

TREBALL FI DE GRAU

**Grau en Enginyeria Electrònica Industrial i
Automàtica**

NORMALITZACIÓ I
ESTANDARDITZACIÓ DE LA
PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE
UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE
FABRICACIÓ

Mòduls FAS 201, FAS 202, FAS 203



Autor: Aarón Vivas Pastor

Director: Javier Gámiz Caro

Convocatoria: Febrer 2019

Índex

Resum	3
CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ	4
1.1. Objectius	4
1.2. Motivació.....	5
1.3. Justificació	5
1.4. Abast	5
1.5. Antecedents	6
1.6. Estructura de la Memòria	6
CAPÍTOL 2: ANÀLISI DEL PROBLEMA	9
2.1. Descripció de procés a automatitzar	9
2.1.1. FAS-201.....	10
2.1.2. FAS-202.....	10
2.1.3. FAS-203.....	11
2.2. Sistema de Control	12
2.2.1. Equips	13
2.2.2. Fases del Procés.....	16
2.3. Requeriments Funcionals	19
2.4. Requeriments de Disseny	20
2.5. Metodologia de Desenvolupament	21
2.6. Planificació de les tasques	22
2.7. Recursos	23
CAPÍTOL 3: DISSENY I IMPLEMENTCIÓ DE LA SOLUCIÓ	24
3.1. Arquitectura del Sistema de Control	24
3.1.1. Hardware del sistema	24
3.1.2. Software del sistema	27
3.1.3. Vista global de les Comunicacions	28
3.1.4. Comunicacions Scada-Controlador-Procés	29
3.2. Simulació del Procés	30
3.2.1. Blocs del sistema	30
3.2.2. Estructura de simulació	30
3.3. Descomposició del Problema de Control.....	31

3.4.	Codificació dels Elements i Sistemes	32
3.5.	Definició de les Interfícies del Sistema de Control.....	34
3.6.	Definició del fitxer d'intercanvi Controlador-Scada	35
3.7.	Programa del Controlador	37
3.7.1.	Estructura del Programa	37
3.7.2.	Definició dels Tipus de Dades	40
3.7.3.	Lògica de Control dels Elements	41
3.7.4.	Lògica de Control dels Sistemes.....	42
3.7.5.	Seqüències de Control	42
CAPÍTOL 4: PROVES I RESULTATS		44
4.1.	Disseny de les proves d'Entrades i Sortides físiques.....	44
4.2.	Disseny de les proves de Funcionalitat	45
4.3.	Disseny de les proves entre Controlador i Scada	45
4.4.	Resultat de les proves.....	47
CAPÍTOL 5: NORMATIVA		50
5.1.	Metodologia de Desenvolupament	50
5.2.	Codificació i Identificació	51
5.3.	Implementació del Programa del PLC.....	51
CAPÍTOL 6: CONCLUSIONS		52
CAPÍTOL 7: BIBLIOGRAFIA.....		53
7.1.	Bibliografia de Consulta.....	53
ANNEX I. FITXER D'INTERCANVI		54
ANNEX II. PROGRAMA PLC		63
	Programació FAS 201	63
	Programació FAS 202	76
	Programació FAS 203	94

Resum

Aquesta memòria es titula Normalització i estandardització de la programació de una cèl·lula automatitzada de fabricació, i es descriurà dintre tot el procés que s'ha dut a terme per realitzar aquesta nova programació de la planta. La cèl·lula es troba allotjada a la Universitat i va ser subministrada per SMC.

Per poder realitzar aquesta nova programació es va haver de fer un anàlisi dels sistemes que es trobaven en la planta. Un cop el anàlisi de funcionalitat es va dur a terme, ja es va poder realitzar una codificació dels elements adaptada a una normativa, es van poder definir uns requisits i el més important es van poder realitzar es processos en forma de diagrames Grafcets que la programació ha de seguir.

Una vegada que tots els passos anteriors s'han dut a terme, ja es podrà procedir a la elaboració de tot el disseny de la programació, així com a la seva implementació, sempre respectant els requeriments que s'han establert al principi.

La part final del projecte es l'elaboració d'unes proves per a comprovar que el funcionament dels elements i de la planta sencera es el correcte.

CAPÍTOL 1: INTRODUCCIÓ

1.1. Objectius

En aquest treball hi ha diversos objectius per a assolir, uns de manera col·lectiva i uns altres de manera individual.

Com a objectius individuals trobem:

Reprogramació de PLC: Aquest objectiu tracta de modificar la programació donada per par del proveïdor de la planta, a una programació més formal i normalitzada segons la normativa ISA, que s'adapti al tipus de programació explicada en les assignatures del grau.

Funcionament en mode local-manual en planta: Realització d'un tipus de control des de planta que, mitjançant els comandaments situats a la part frontal de cada mòdul, es puguin realitzar tots els passos necessaris del procés.

Funcionament en mode local-automàtic en planta: Realització d'un control que, seleccionant el mode automàtic es pugui fer el procés sense la necessitat d'un operari.

Funcionament en mode remot des de Scada: Realització d'una programació en els elements, no en la seqüència, per a que es puguin comandar externament des de un Scada, ja sigui en mode manual, o en mode automàtic.

Objectius col·lectius:

Fitxer d'intercanvi: Per a totes les persones involucrades en el treball, s'ha hagut de fer un fitxer d'intercanvi, on es detallen tots els elements que estan integrats en el sistema i tots els seus estats. Aquest fitxer també ajuda a fer una programació amb uns noms comuns en tots els treballs, i no tenir diversitat de nomenclatura a l'hora de fer la programació en tots els mòduls.

Funcionament de tota la planta: Comprovació de que tots els sistemes programats funcionen conjuntament en la planta sense interferir uns amb els altres i produir bloquejos en els sistemes.

1.2. Motivació

Aquest projecte suposa un gran repte i una gran motivació, ja que s'han d'aplicar tots els coneixements adquirits al llarg de tota la enginyeria.

D'altra manera, es una oportunitat per a treballar amb una planta real, no amb simulacions, amb tota la problemàtica que pot resultar, ja que amb un petit error en la programació pots causar que els elements de la planta tinguin interferències mecàniques, es a dir que tinguin una col·lisió.

No només hi han motivacions formatives personals, perquè gràcies a aquest treball els futurs alumnes de la universitat podran realitzar pràctiques amb els codis realitzats i amb la planta en la qual es basa aquest treball.

1.3. Justificació

La programació adquirida amb la planta quan va arribar a l'escola, no s'adaptava al tipus de programació de PLC que s'explica al llarg de tota l'Enginyeria, sobre tot de l'assignatura de ISA. Per aquest motiu es va proposar de realitzar un treball de fi de grau que pogués adaptar aquest tipus de programació a l'explicada a classe i a una normativa de programació.

Un altre motiu per a la realització del treball, encara que estigui altament relacionat amb l'anterior, és que gracies a aquesta reprogramació de tota la planta, aquesta es podrà utilitzar per a fer les futures pràctiques de l'assignatura de ISA.

Aquest últim motiu es una oportunitat per a poder fer una interacció amb la Universitat de manera activa.

1.4. Abast

L'abast principal del projecte és realitzar una programació estàndard, amb la qual, els futurs estudiants de grau que facin servir la planta podran gaudir d'aquesta adaptació a un format més conegut i, com s'ha mencionat anteriorment, adaptar la programació rebuda a una normativa.

Així com per a futurs projectes, ja que a partir de la programació base, es poden realitzar millores o ampliacions de les funcionalitats de les plantes, com per exemple la creació d'un control remot a partir del telèfon mòbil.

1.5. Antecedents

El proveïdor de tot el conjunt de la planta, no només ha sigut el proveïdor de la planta física, sinó que també va incloure una programació estàndard dintre de la seva companyia.

Aquesta programació complia amb els requisits de funcionalitat, ja que el sistema realitzava tot el procés, però no s'adaptava a uns requisits importants com els següents:

- El tipus de programació.
- La codificació dels components dels sistema.
- La creació d'un control d'alarmes per component, per a trobar, en cas d'alarma, la font d'aquest error més ràpidament.

1.6. Estructura de la Memòria

Com s'ha vist en l'índex, al principi d'aquesta memòria, des de un punt general hi trobem set capítols i dos annexos, però dintre de cada capítol es troben desenvolupats diferents punts. A continuació es fa una petita descripció de cada un dels capítols.

Dintre del capítol 1 hi trobem la introducció al projecte, os s'expliquen aspectes com la motivació per a realitzar-ho, els objectius, etc... .

Al capítol 2 es troba la informació que ens detalla com s'ha fet l'anàlisi del problema general. Dintre del capítol hi trobem:

- **Descripció:** On s'explica el procés de cada mòdul del treball.
- **Sistema de control:** S'explica quin tipus de control hi trobem, així com els equips que són necessaris, o les fases del procés que hi ha.
- **Requeriments:** Hi ha dos tipus, els de funcionalitat que són punts que la programació haurà d'abordar i de disseny, que són tots els components físics que es necessitaran per a la construcció de la planta.
- **Desenvolupament:** S'explica el desenvolupament que s'ha dut a terme en el projecte.
- **Planificació:** Com el seu nom indica es mostra la planificació temporal del projecte.
- **Recursos:** S'expliquen els recursos que s'han utilitzat.

En el capítol 3 trobem el disseny i la implementació de la solució. Dintre d'aquest capítol s'explicarà quin es el hardware, software, les comunicacions

que hi han entre els diferents components, codificació d'aquests, com s'ha estructurat la programació, i com s'ha elaborat l'estructura a l'hora de fer la simulació del procés per a la comprovació de la funcionalitat.

Al capítol 4 s'explicaran les proves que s'han dut a terme per a la comprovació del correcte funcionament de la programació.

Al capítol 5 hi ha la normativa que s'ha de complir.

Al capítol 6 les conclusions.

Al capítol 7 les referències bibliogràfiques

Per últim trobem els annexos, on hi estran la programació i el fitxer d'intercanvi.

1.7. Pressupost

El següent pressupost s'ha fet amb preus establerts per els projectistes, no són preus de mercat.

Concepte	Hores	Quantitat (€)	Total
Anàlisis FAS 201	7	48 €	84 €
Descripció del Procés (Creació de Grafset)	4	12 €	48 €
Planificació	1	12 €	12 €
Reconeixement dels elements	1	12 €	12 €
Requeriments	1	12 €	12 €
Anàlisis FAS 202	5,5	48 €	66 €
Descripció del Procés (Creació de Grafset)	4	12 €	48 €
Planificació	0	12 €	0 €
Reconeixement dels elements	1	12 €	12 €
Requeriments	0,5	12 €	6 €
Anàlisis FAS 203	5,5	48 €	66 €
Descripció del Procés (Creació de Grafset)	4	12 €	48 €
Planificació	0	12 €	0 €
Reconeixement dels elements	1	12 €	12 €
Requeriments	0,5	12 €	6 €
Diseny FAS 201	6	45 €	90 €
Codificació + definició tipus de dades	3	15 €	45 €

*NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE
UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ*

Estructura programa	2	15 €	30 €
Tipus de control	1	15 €	15 €
Diseny FAS 202	3	45 €	45 €
Codificació + definició tipus de dades	2	15 €	30 €
Estructura programa	0	15 €	0 €
Tipus de control	1	15 €	15 €
Diseny FAS 203	2	45 €	30 €
Codificació + definició tipus de dades	1	15 €	15 €
Estructura programa	0	15 €	0 €
Tipus de control	1	15 €	15 €
Implementació	46	60 €	920 €
FAS 201	14	20 €	280 €
FAS 202	16	20 €	320 €
FAS 203	16	20 €	320 €
Posada en marxa	20	22 €	440 €
FAS 201 / FAS 202 / FAS 203	20	22 €	440 €
Total	95	361 €	1.741 €

CAPÍTOL 2: ANÀlisi DEL PROBLEMA

2.1. Descripció de procés a automatitzar

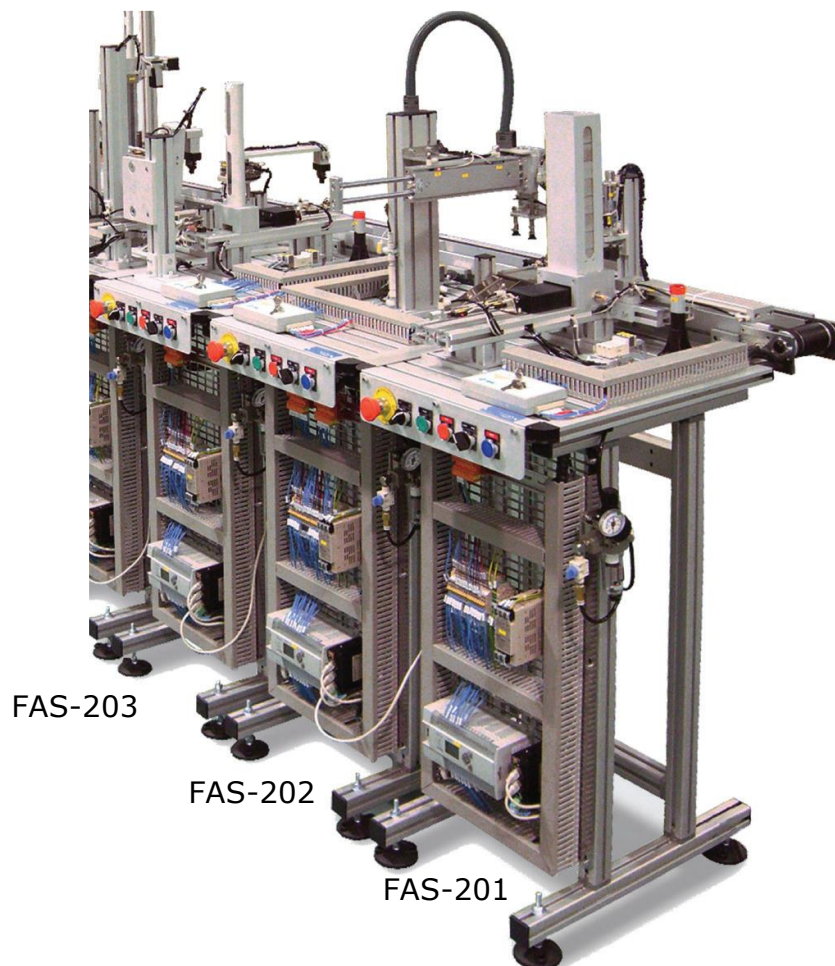


Figura 1: Layout de les estacions FAS-201, FAS 202, FAS 203.

En aquesta figura es visualitzen les tres estacions explicades en aquest projecte ordenades com es troben en planta, FAS-201, FAS-202 i FAS-203.

2.1.1. FAS-201

En aquest mòdul el procés que s'haurà de controlar és el del subministrament de la base de la peça final mitjançant un tanc vertical, i la posterior comprovació de que la base està posicionada de la forma correcta amb un sensor.

El procés començarà si tots els elements es troben en posició inicial, no hi ha cap alarma, que en la cinta situada en la part posterior de la planta hi hagi un palet esperant a la base i que en el magatzem vertical hi hagin bases.

Si totes les condicions anteriors es compleixen, el primer cilindre horitzontal traslladarà la base des del magatzem cap al fons del mòdul. En aquesta segona posició el cilindre vertical baixarà per a realitzar la comprovació de la peça, si el cilindre arriba al final de cursa instal·lat la peça serà bona, sinó la peça serà dolenta. Un cop la comprovació finalitza el tercer cilindre traslladarà la base cap al mòdul FAS-202.

El procés tornarà a començar, o bé quan la FAS-202 hagi acabat el seu procés, o bé si en mode manual s'inicia el procés polsant el botó de marxa.

2.1.2. FAS-202

Aquesta estació, juntament amb l'anteriorment descrita formen un conjunt, ja que aquesta és la continuació del procés anterior. En una vista general, en aquest mòdul es rep la peça i es descarta si es dolenta, o bé si es bona col·locar-la en el palet que estarà esperant en la cinta situada en la part posterior. Igualment el procés no començarà si les condicions inicials, les senyals d'alarmes, l'estat del magatzem vertical o del palet de la cinta no són correctes.

Una mica més en detall, aquest mòdul rep l'ordre de peça correcta o peça incorrecta del mòdul anterior, si es rep el senyal de peça incorrecta, s'activarà el cilindre horitzontal situat a l'inici de la plataforma on espera la base per a rebutjar-la per una rampa d'alumini situada al centre del mòdul. Per contra si el mòdul anterior, al finalitzar el cicle no activa el senyal de peça incorrecta, aquest cilindre no s'activarà i deixarà que el procés continuï.

Un cop la base no es rebutjada un braç robòtic de 2 eixos (té dos cilindres, 1 vertical i 1 horitzontal) col·locarà la base a la cinta situada a la part posterior del conjunt (FAS-201 FAS-202) per que sigui traslladada cap a la següent estació o conjunt. Primer activarà el cilindre vertical, on al final hi té un conjunt de quatre ventoses que succionaran la base fins que arribi la

senyal del vacuòstat de vuit correcte. Quan s'activi aquesta senyal el cilindre vertical tornarà a posició inicial.

El pas a seguir un cop el cilindre vertical hagi arribat a la posició inicial ha de ser l'activació del cilindre horitzontal del braç, que es mourà cap a la part posterior del mòdul. Al arribar al seu final de cursa, el cilindre es mantindrà obert, ja que, a continuació el cilindre vertical tornarà a baixar per dipositar la base en el palet, les ventoses es desactivaran, el cilindre vertical pujarà a posició inicial una altra vegada i això permetrà que el cilindre horitzontal del braç torni a posició inicial.

Per últim si el mòdul FAS-204 no té cap palet situat a la cinta, el cilindre vertical que fa de topall mecànic deixarà al palet avançar. Un cop el palet passi cap al següent mòdul, el topall mecànic tornarà a pujar, donant per finalitzat el cicle del mòdul FAS-202.

2.1.3. FAS-203

En aquest cas es tracta ja d'un conjunt nou, separat dels altres dos anteriors. Aquesta estació, la FAS-203 es la primera estació de muntatge del conjunt que forma amb la següent, la FAS-204. Aquest conjunt s'encarregarà del posicionament dels rodaments en la base rebuda del conjunt que s'ha explicat anteriorment.

El funcionament d'aquesta estació es molt semblant al funcionament de la FAS-201, ja que són dos estacions d'aprovisionament de material cap a l'estació encarregada del traspàs cap a la cinta. El procés no començarà sense els senyals correctes de condicions inicials, de les alarmes, etc.

El primer pas del mòdul és el moviment del cilindre horitzontal, que col·locarà el rodament en el detector inductiu per a comprovar que hi ha rodament, si no hi ha rodament el procés parará i l'alarma de falta de material s'activarà. Si tot està correcte, l'actuador rotatiu amb la pinça situada al seu extrem es mourà cap a la posició del rodament. Quan l'actuador arribi a la seva posició, la pinça s'obrirà agafant el rodament per als seu traspàs cap a la següent posició.

Un cop la pinça agafa el rodament, l'actuador es mourà cap a la posició final, situada en el mòdul FAS-204 i l'actuador tornarà a posició inicial.

A partir d'aquest punt la comprovació del rodament i el traspàs cap a la cinta s'encarregarà el següent mòdul.

2.2. Sistema de Control

Hi ha tres classes de sistemes de control, control continu, control discret i control per lots.

Sistema de control continu: Es defineix com a sistema de control continu si els senyals que s'estan processant estan definits en un període de temps concret. Hi podem trobar dos tipus de control continu: sistemes en llaç obert, i sistemes en llaç tancat.

- **Llaç obert:** En aquest tipus de control la sortida del procés no es compara amb la entrada, cada entrada serà una operació prefixada sobre el valor de la sortida. Per tant, el sistema queda molt exposat a pertorbacions internes en el procés.
- **Llaç tancat:** En aquesta tipologia de control, a diferència de la anterior, la senyal de sortida afecta a la senyal d'entrada, ja que a l'entrada es fa una realimentació de la senyal de sortida per a comprar aquesta amb un valor de referència.

Sistema de control discret: Els sistemes de control discret son sistemes on els senyals que s'estan processant es trobes mostrejats en el temps, es a dir, que en comptes de tenir tot un període de temps, s'agafen mostres del senyal durant aquest temps, tenint així un número limitat i controlat de valors.

Sistema de control per lots: El sistema de control per lots es el sistema de control que no el control o supervisió directa de l'usuari. Aquests sistema es utilitzat en tasques molt repetitives i amb una gran quantitat de dades per a processar. Aquestes dades es divideixen en paquets per a tenir un millor control sobre elles. Un exemple seria el renderitzat dels fotogrames d'una pel·lícula.

En el nostre cas, es tracta d'un sistema de control discret, ja que el control que hi ha sobre la planta és mitjançant detectors inductius. Aquests detectors estan integrats en diferents punts de la planta, la majoria estan situats als cilindres i actuen com a finals de carrera, també hi ha detectors per comprovació de tipologia de peces, o per comprovar que en els diferents magatzems verticals hi ha peces per començar els diferents processos.

Per tenir més control sobre els cilindres, s'han creat unes alarmes que actuen per temps, ja que si el cilindre no arriba a la posició desitjada activant un dels detectors anteriorment mencionats, l'alarma s'activarà.

2.2.1. Equips

Els equips es poden dividir en tres grups, que son les tres estacions que conformen les primeres fases del procés global dels treballs.

En els layouts que s'adjunten els elements en vermell son els elements actius del mòdul, i en blau els elements passius externs als elements actius.

2.2.1.1. Estació FAS 201

Nomenclatura treball	Nomenclatura existent	Descripció
F201_CY01	FAS 201 A	Cilindre horitzontal manipulador de les bases
F201_CY02	FAS 201 B	Cilindre vertical verificació posició
F201_CY03	FAS 201 C	Cilindre horitzontal transferència de base
F201_IS01	FAS 201 bp	Detector inductiu detecció base

Taula 1: Comparació de nomenclatures i descripció dels elements de FAS 201.

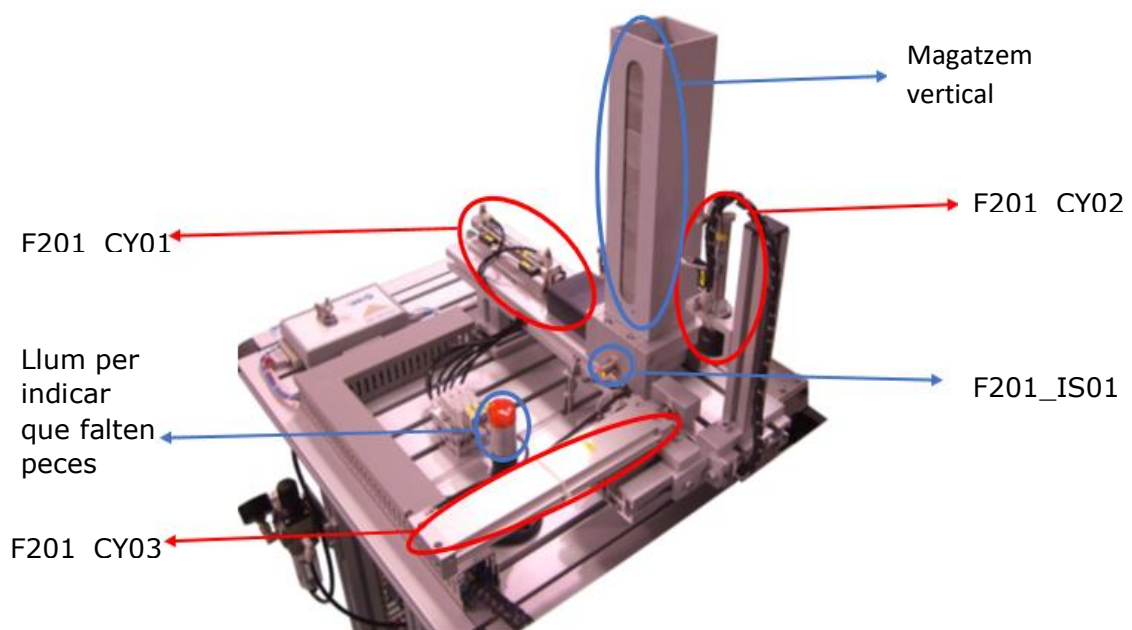


Figura 2: Layout de la estació FAS-201 amb la localització dels elements.

2.2.1.2. Estació FAS 202

Nomenclatura treball	Nomenclatura existent	Descripció
F202_CY01	FAS 202 A	Cilindre Horitzontal braç manipulador
F202_CY02	FAS 202 B	Cilindre vertical braç manipulador
F202_CY03	FAS 202 C	Cilindre per expulsió de peces dolentes
F202_VS01	FAS 202 V	Ventoses del braç manipulador

Taula 2: Comparació de nomenclatures i descripció dels elements de FAS 202.

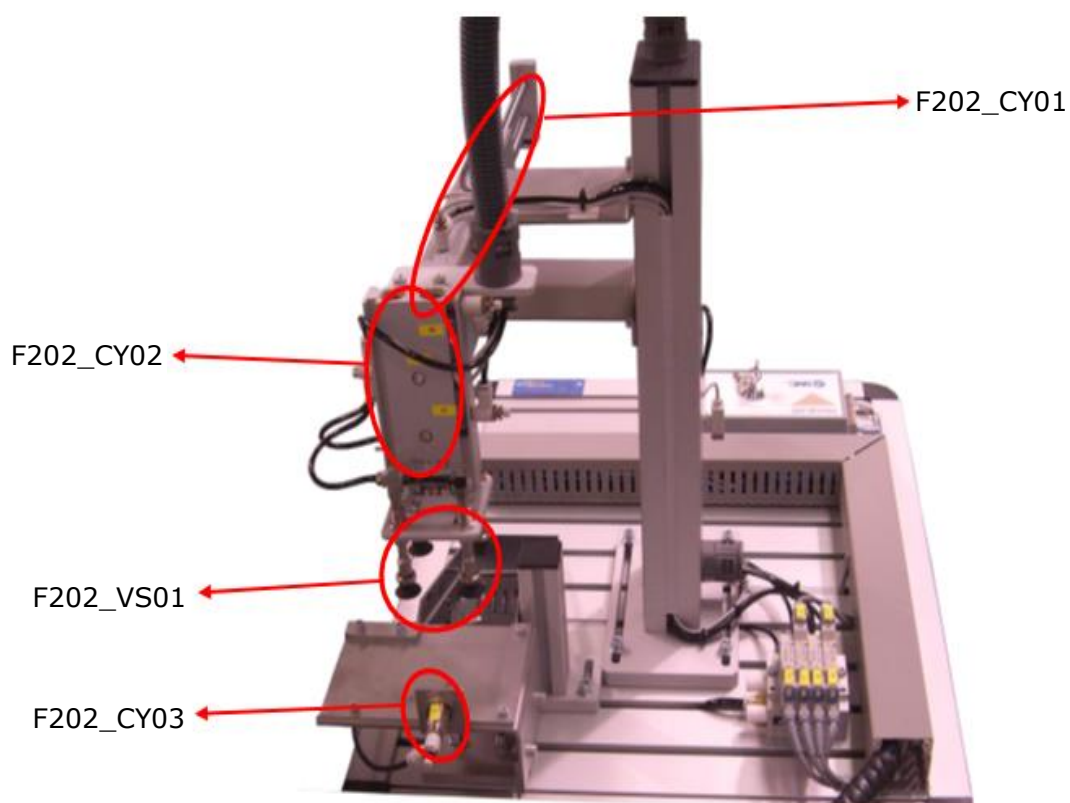


Figura 3: Layout de la estació FAS-202 amb la localització dels elements.

2.2.1.3. Estació FAS 203

Nomenclatura treball	Nomenclatura existent	Descripció
F203_RA01	FAS 203 B	Actuador rotatiu del braç manipulador
F203_CY01	FAS 203 A	Cilindre horitzontal col·locació rodaments
F203_IS01	FAS 203 pr	Detector de presència de rodaments
F203_GP01	FAS 203 C	Pinça del braç manipulador

Taula 3: Comparació de nomenclatures i descripció dels elements de FAS 201.

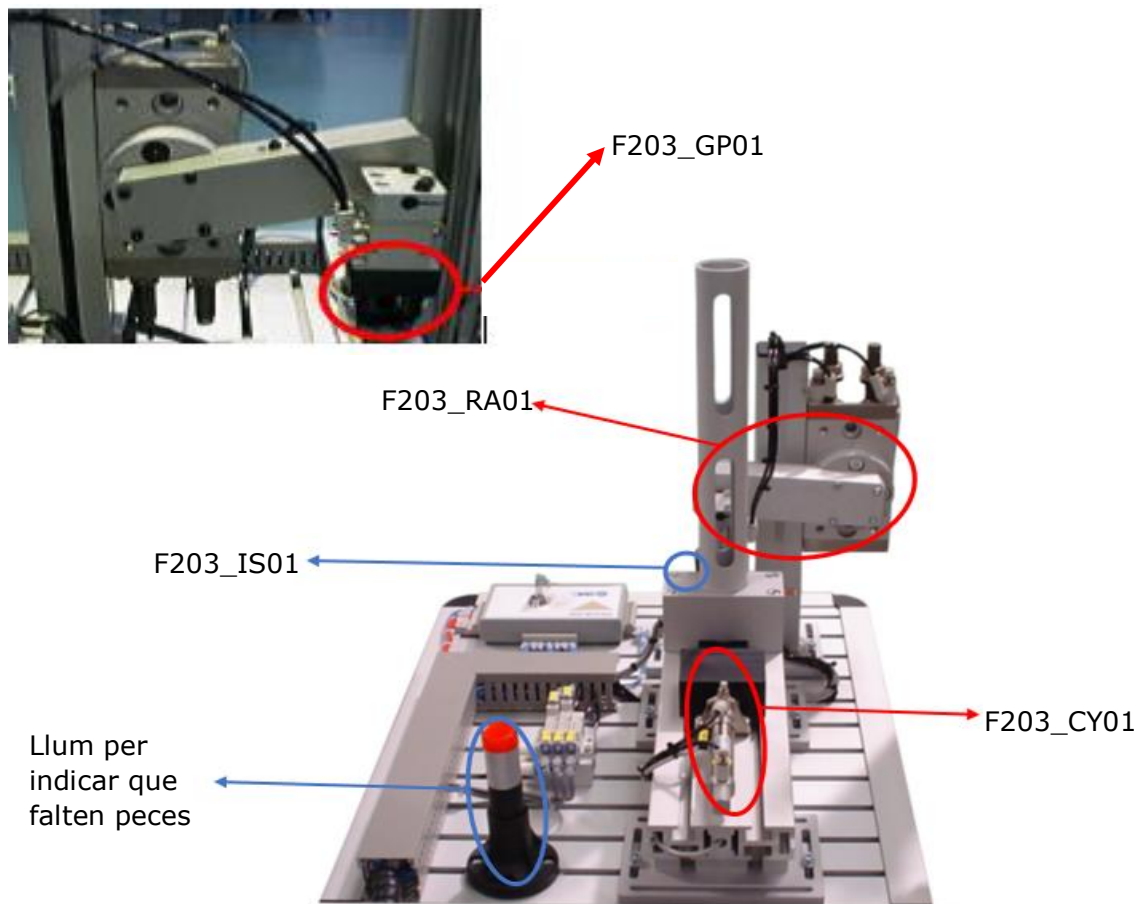


Figura 4: Layout de la estació FAS-203 amb la localització dels elements.

2.2.2. Fases del Procés

Per a realitzar les fases del procés s'han realitzat els diagrames GRACET abans de començar la programació, ja que amb els graficets es pot tenir una idea clara de totes les condicions que s'han de complir a l'hora d'anar avançant la seqüència del procés.

FAS 201

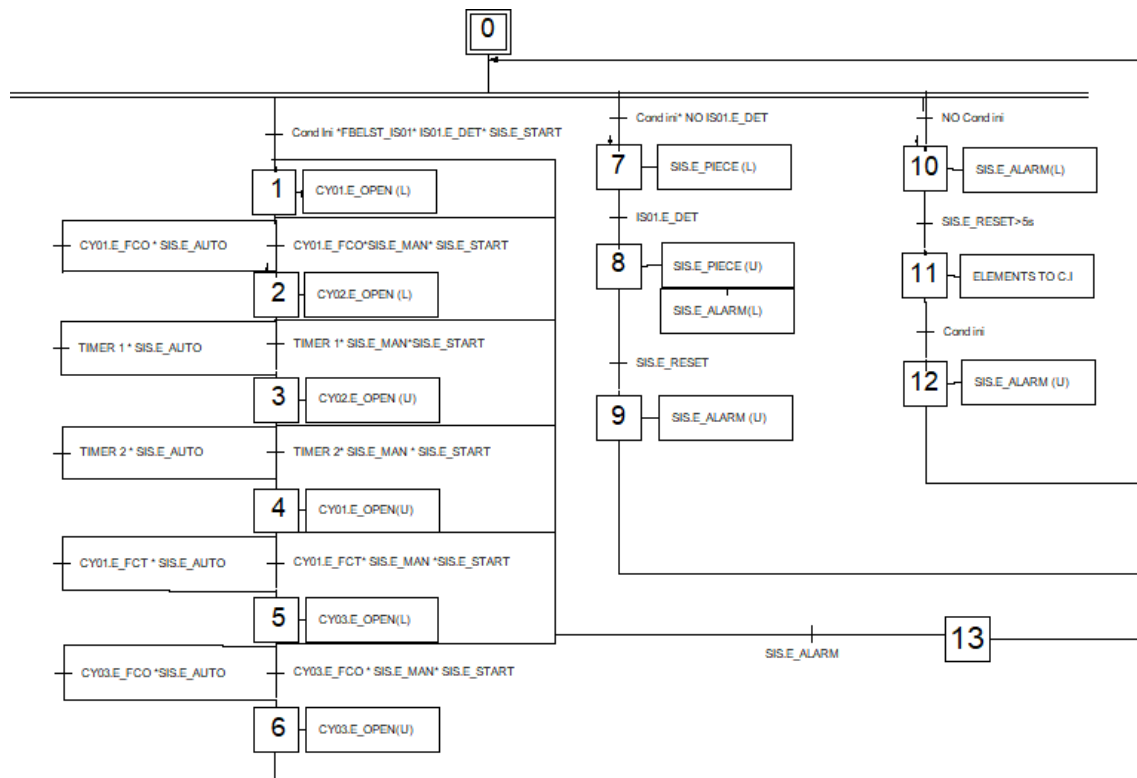


Figura 5: Graficet de la seqüència del mòdul FAS 201.

FAS 202

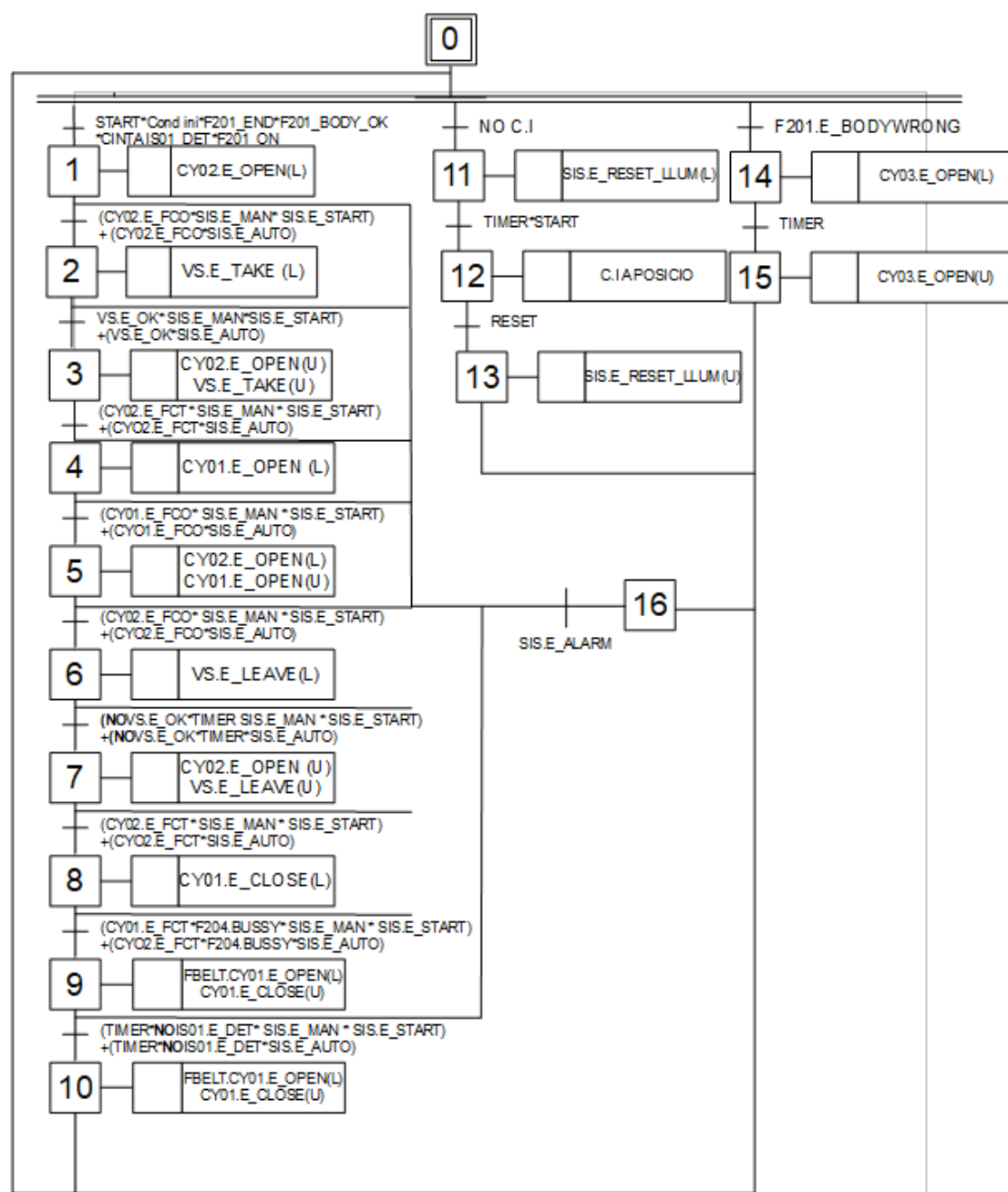


Figura 6: Grafet de la seqüència del mòdul FAS 202.

FAS 203

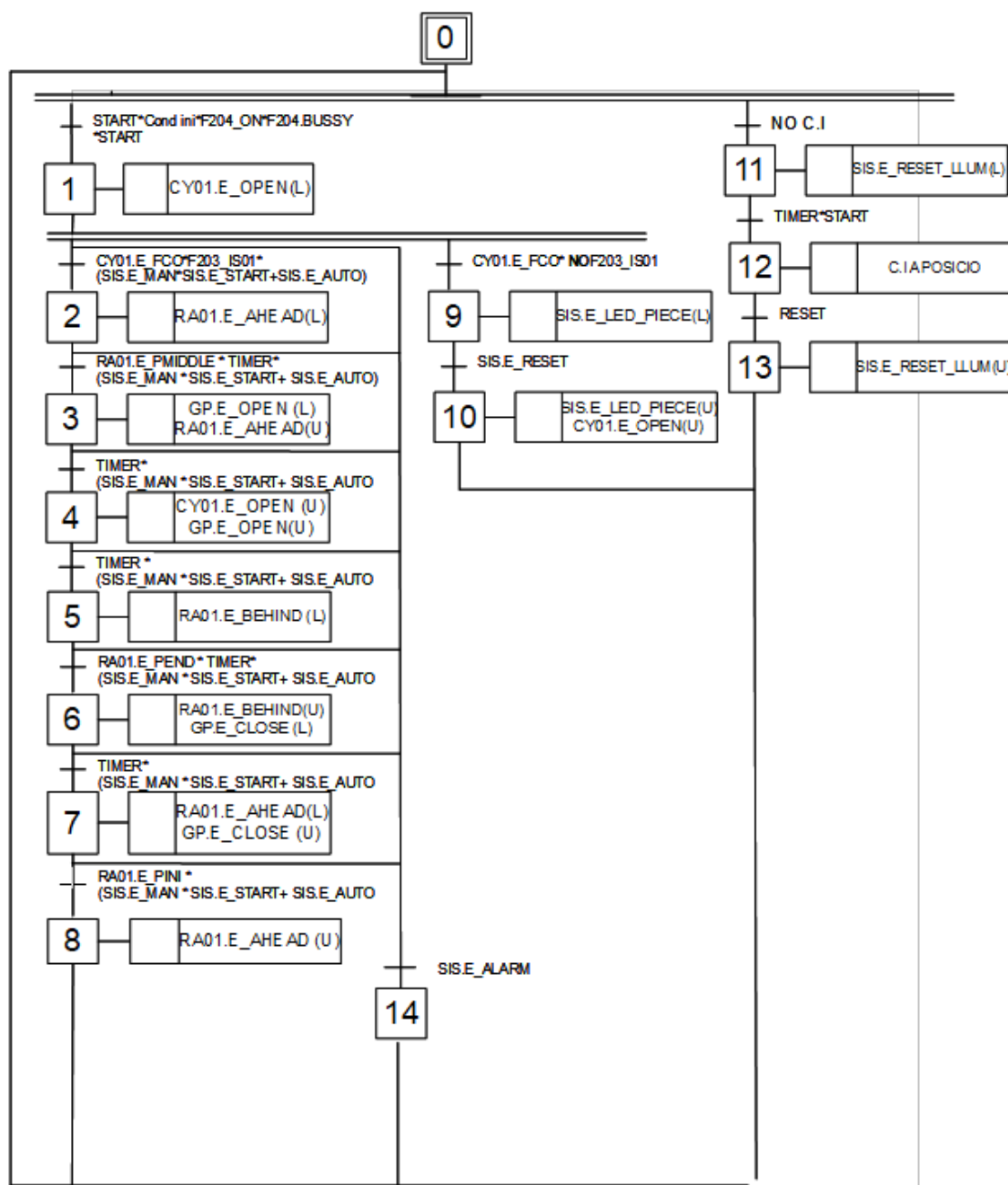


Figura 7: Grafet de la seqüència del mòdul FAS 203.

2.3. Requeriments Funcionals

RQ01. Mode Manual de funcionament, el sistema avançarà de seqüència a mesura que es polsi el botó de marxa, sinó es mantindrà en el pas que estigui.

RQ02. Mode Automàtic de funcionament, el sistema avançarà de seqüència a mesura que les condicions s vagin complint.

RQ03. Mode Remot de funcionament, el sistema des de planta no es podrà controlar, ja que es farà des de un Scada extern.

RQ04. Poder comandar les estacions des de la botonera situada a la mateixa estació.

RQ05. Senyal d'alarma ha d'il·luminar el botó de reset per indicar que s'ha de polsar el botó per corregir alarma.

RQ06. Per poder accedir al mode remot s'ha de realitzar la seqüència acordada. Switch en automàtic i marxa + stop 5 segons.

RQ07. Els cilindres es posaran en alarma si després de 5 segons no han arribat a la posició final del seu recorregut.

RQ08. Sense les condicions inicials no es pot iniciar l'estació.

RQ09. En mode manual per avançar de pas en el muntatge s'haurà de polsar marxa cada vegada.

RQ10. En cas de falta de material en els magatzems verticals s'encendrà la llum de la torreta situada en FAS 201 i FAS 203.

RQ11. En cas de senyal d'alarma s'haurà de parar el procés de muntatge.

RQ12. Si les ventoses perden la senyal quan han d'estar en funcionament s'encendrà el senyal d'alarma.

RQ13. Si no hi ha detecció de la cinta no es podrà començar el procés de l'estació que es comuniqui amb aquesta.

RQ14. Per posar els elements en condicions inicials s'haurà de mantenir el botó de marxa.

2.4. Requeriments de Disseny

En aquest cas, com no s'ha dissenyat la part mecànica de la planta, els requeriments de disseny no poden ser requeriments sobre l'estructura o el disseny de la planta.

FAS 201

- La programació de la cèl·lula ha de ser redundant per evitar errors en seqüència.
- Tots els elements han de tenir unes alarmes en cas d'error.
- Les alarmes dels components han de retornar els elements a posició inicial.
- El procés no podrà continuar si el sistema es troba en alarma per motius de seguretat.
- S'ha de reservar un espai de memòria per a la comunicació amb Scada i un altre per a la comunicació amb els PLCs.
- Per el funcionament en planta no serà necessari una pantalla HMI, ja que tot es comandarà amb la botonera.
- Els PLC estaran connectats a un Switch per mòdul, i aquests Switchos hauran de estar connectats entre ells per poder visualitzar totes les màquines connectant un mateix cable Ethernet.
- El número d'entrades i sortides mínimes dels PLCs han de ser: 9 i 5.

FAS 202

- La programació de la cèl·lula ha de ser redundant per evitar errors en seqüència.
- Tots els elements han de tenir unes alarmes en cas d'error.
- Les alarmes dels components han de retornar els elements a posició inicial.
- El procés no podrà continuar si el sistema es troba en alarma per motius de seguretat.
- S'ha de reservar un espai de memòria per a la comunicació amb Scada i un altre per a la comunicació amb els PLCs.
- Per el funcionament en planta no serà necessari una pantalla HMI, ja que tot es comandarà amb la botonera.
- Els PLC estaran connectats a un Switch per mòdul, i aquests Switchos hauran de estar connectats entre ells per poder visualitzar totes les màquines connectant un mateix cable Ethernet.
- El número d'entrades i sortides mínimes dels PLCs han de ser: 13 i 8.

FAS 203

- La programació de la cèl·lula ha de ser redundat per evitar errors en seqüència.
- Tots els elements han de tenir unes alarmes en cas d'error.
- Les alarmes dels components han de retornar els elements a posició inicial.
- El procés no podrà continuar si el sistema es troba en alarma per motius de seguretat.
- S'ha de reservar un espai de memòria per a la comunicació amb Scada i un altre per a la comunicació amb els PLCs.
- Per el funcionament en planta no serà necessari una pantalla HMI, ja que tot es comandarà amb la botonera.
- Els PLC estaran connectats a un Switch per mòdul, i aquests Switchos hauran de estar connectats entre ells per poder visualitzar totes les màquines connectant un mateix cable ethernet.
- El número d'entrades i sortides mínimes dels PLCs han de ser: 9 i 7.

2.5. Metodologia de Desenvolupament

A l'hora de desenvolupar els treballs, la metodologia a seguir a sigut en espiral, on el Director ha pres el rol de verificador dels diferents prototipus. Entre les diferents fases han estat: realització d'un fitxer d'intercanvi, estructura de programa, disseny de Scadas i proves.

Primer es va realitzar ell fitxer d'intercanvi, on es mostren tots els components amb la seva codificació, en aquest fitxer els elements han estat agrupats segons tipologies.

Un cop realitzat el fitxer d'intercanvi, els encarregat de construir els Scadas ja els podien anar fent els dissenys. En canvi, els programadors de planta, abans de programar, van establir una estructura de programa interna del PLC, aqueta estructura, que es mostrarà més endavant, serà l'estructura que es seguirà en totes les programacions de tots els mòduls.

Un cop tot decidida l'estructura del programa es van fer les programacions individuals de cada planta. En el moment de les proves primerament es van proven els programes de planta, i després els programes des de remot. Ja que si el programador de planta no té ben definides les entrades/sortides en el programa així com els bits reservats per a funcionament en remot, el control de la planta en mode remot es més complica de realitzar.

2.6. Planificació de les tasques

Per a la planificació de les tasques s'ha realitzat el següent diagrama de Gant, ja que es una manera visual i senzilla de veure l'organització del temps durant el projecte.

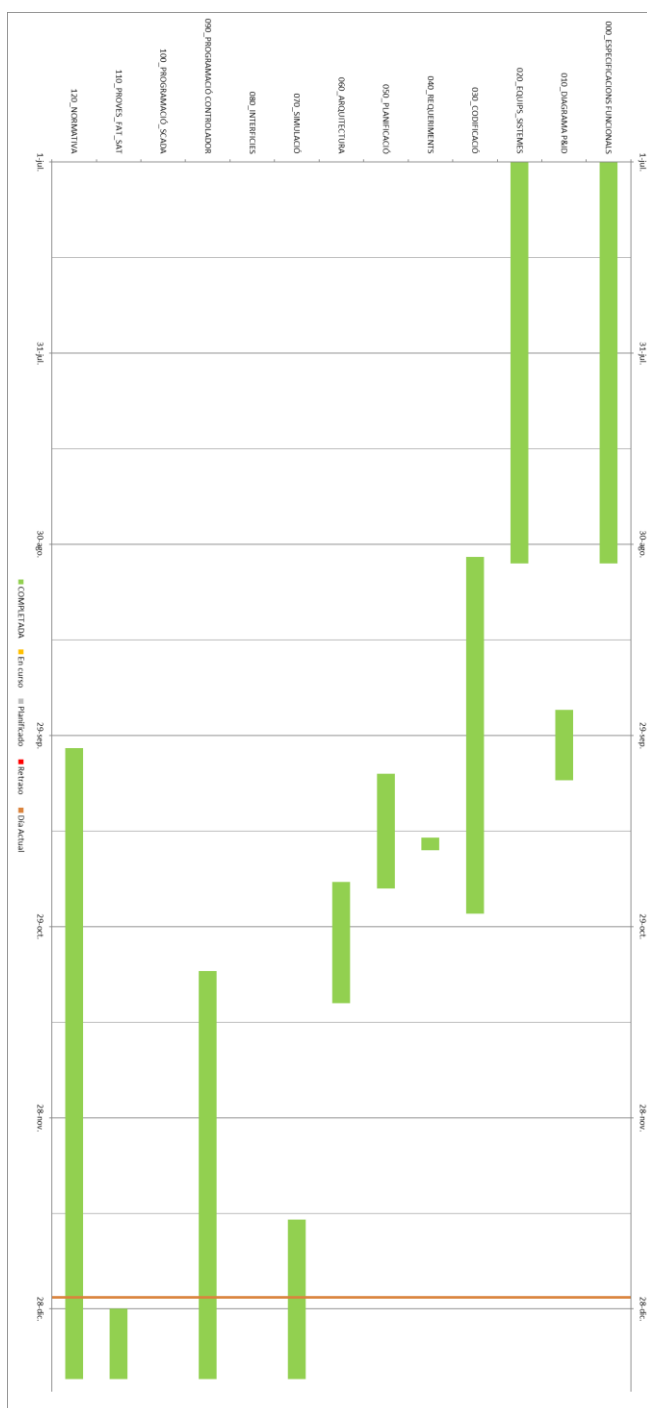


Figura 8: Diagrama de GANT on es mostra la planificació del projecte.

2.7. Recursos

Els recursos per aquest projecte, es poden dividir en dos grups: el hardware i el software.

En aquest cas, el hardware ja es trobava a la universitat, per tant no s'ha hagut de construir, ni comprar cap material per poder realitzar el treball. El software ha sigut proporcionat, en part, pel tutor del treball.

Els recursos corresponents al hardware que s'han utilitzat en el projecte, han sigut unes estacions de muntatge proporcionades per SMC que, com ja s'ha mencionat abans, tenen una sèrie de components que fan possible el muntatge de totes les parts per arribar a un producte final.

Respecte del software, en aquest treball s'han fet servir unes màquines virtuals amb els programes informàtics necessaris per a la realització de tota la programació, i per comprovar el correcte funcionament de la planta, i uns altres programes de simulació per observar el mode de funcionament òptim de tots els mòduls corresponents al projecte.

CAPÍTOL 3: DISSSENY I IMPLEMENTCIÓ DE LA SOLUCIÓ

3.1. Arquitectura del Sistema de Control

3.1.1. Hardware del sistema

Si es parla del hardware, estem parlant de la part física del projecte. Per tant en aquesta part s'explicarà amb detall tots aquests elements de cada un dels mòduls.

Fas 201

- Taula d'alumini de perfil amb ranures de 450 x 582 x 900 mm
- Botonera amb pulsadors de marxa, parada, rearmar, seta d'emergència, interruptor on/off, selector de mode de funcionament auto/man, llums indicadors d'alarma i falta de material.
- Magatzem vertical amb capacitat de 12 peces amb 1 detector inductiu OMROM (E2A-M12KS04-WP-B1).
- **F201_CY01:** 1 cilindre pneumàtic de Ø16, carrera de 100 mm i referència: CD85N16-100-B. Amb reguladors de caudal i detectors magnètics tipus Reed(D-C73L) de posició inicial i final. Controlat amb una vàlvula monoestable 5/2.
- **F201_CY02:** 1 cilindre pneumàtic de Ø12, carrera 50mm i referència (CD85N12-50-A). Amb reguladors de caudal i 1 detector magnètic tipus Reed (D-A73CL). Controlat per una electrovàlvula monoestable 5/2.

- **F201_CY03:** 1 cilindre pneumàtic de secció rectangular Ø25, carrera de 200mm i referència: (MDUB25-200DMZ). Amb regulador de caudal i 1 detector magnètic tipus Reed (D-A93L) deposició final. Controlar per una vàlvula monoestable 5/2.

Els elements descrits són els elements més visibles a l'hora de utilitzar el mòdul 201.

A continuació es detallaran els elements menys visibles.

- Filtre d'aire, per als elements pneumàtics, de 5 µm amb regulador de pressió i manòmetre indicador.
- Panell elèctric amb les bornes accessibles amb connexions d'alimentació i entrades/sortides codificades.
- Mòdul I/O de 9 entrades, 5 sortides.
- Font d'alimentació de 24 V/60 W.
- PLC (compact allend-bradley) de control: CPU amb entrades/sortides digitals i targeta de comunicacions per la connexió a la xarxa de PLCs.

Fas 202

- Taula d'alumini de perfil amb ranures de 450 x 582 x 900 mm
- Botonera amb polsadors de marxa, parada, rearmar, seta d'emergència, interruptor on/off, selector de mode de funcionament auto/man, llums indicadors d'alarma i falta de material.
- **F202_CY03:** 1 cilindre pneumàtic de Ø10, carrera de 15 mm i referència:CPB10-15H6. Controlat per una electrovàlvula monoestable 3/2..
- **F202_CY01:** 1 cilindre de doble tija i tiges paral·leles de Ø20, carrera 150mm i referència: CXSWM20-150-XB11, amb controladors de cabal i 2 detectors magnètics tipus Reed (D-Z73L) de posició inicial i final. Controlat per una electrovàlvula biestable 5/2.
- **F202_CY02:**1 Cilindre de tiges paral·leles Ø15, carrera 50mm i referència:CXSM15-50, amb reguladors de cabal i 2 detectors magnètics tipus Reed (D-Z73L) de posició inicial i final. Controla per una electrovàlvula monoestable 5/2.
- **F202_VS01:** 1 sistema de subjecció per vuit: 4 ventoses telescòpiques Ø16 i referència ZPT16CNK10-B5-A10, amb 1 ejector per a generar el vuit

(ZU07S) i 1 vacuòstat amb sortida PNP (PS1100-R06L). Controlar per una electrovàlvula biestable 3/2.

Els elements descrits són els elements més visibles a l'hora de utilitzar el mòdul 202.

A continuació es detallaran els elements menys visibles.

- Filtre d'aire, per als elements pneumàtics, de 5 µm amb regulador de pressió i manòmetre indicador.
- Panell elèctric amb les bornes accessibles amb connexions d'alimentació i entrades/sortides codificades.
- Mòdul I/O de 13 entrades, 8 sortides.
- Font d'alimentació de 24 V/60 W.
- PLC (compact allend-bradley) de control: CPU amb entrades/sortides digitals i targeta de comunicacions per la connexió a la xarxa de PLCs.

Fas 203

- Taula d'alumini de perfil amb ranures de 450 x 582 x 900 mm
- Botonera amb polsadors de marxa, parada, rearmar, seta d'emergència, interruptor on/off, selector de mode de funcionament auto/man, llums indicadores d'alarma i falta de material.
- Magatzem vertical amb capacitat de 38 peces amb 1 detector de presència, microruptor OMROM (V-166-1C5).
- **F203_CY01:** 1 cilindre pneumàtic de Ø16, carrera de 50mm i referència: CD85N16-50-B. Amb reguladors de caudal i detector magnètic tipus Reed(D-C73L) de posició final. Controlat amb una vàlvula monoestable 5/2.
- **F203_RA01:** 1 dispositiu de gir: 1 Actuador de gir tipus pinyó-doble cremallera Ø50, Ω max: 180° (MSQB50A), amb reguladors de cabal i 3 detectors magnètics tipus Reed (D-A93L) per a les posicions de 0°, 90° 180°. Controlat per una electrovàlvula 5/3.
- **F203_GP01:** 1 Pinça pneumàtica de dos dits, d'obertura paral·lela (MHK2-16D). Controlada per una electrovàlvula biestable 5/2.

Els elements descrits són els elements més visibles a l'hora de utilitzar el mòdul 203.

A continuació es detallaran els elements menys visibles.

- Filtre d'aire, per als elements pneumàtics, de 5 µm amb regulador de pressió i manòmetre indicador.
- Panell elèctric amb les bornes accessibles amb connexions d'alimentació i entrades/sortides codificades.
- Mòdul I/O de 9 entrades, 7 sortides.
- Font d'alimentació de 24 V/60 W.
- PLC (compact allend-bradley) de control: CPU amb entrades/sortides digitals i targeta de comunicacions per la connexió a la xarxa de PLCs.

3.1.2. *Software del sistema*

Referent al software per a la realització d'aquest projecte s'ha emprat una màquina virtual, amb els programes necessaris, aquesta màquina virtual ha sigut facilitada pel tutor del projecte, ja que és la mateixa que es troba instal·lada als ordinadors de la Universitat.

Dins d'aquesta màquina virtual trobem els programes que han fet possible la creació de la programació, simulació, proves, etc, de la nostra planta.

Per poder fer el primer pas d'identificar tots els moviments que s'han de dur a terme en la programació s'ha utilitzat un software propi de SMC, *autoSIM-200*. És un software de simulació en 3D que dóna la possibilitat de recrear la planta i el seu funcionament de manera virtual, tant en mode manual com en mode automàtic.

Per crear els programes que comandaran els PLC situats a les estacions, s'ha emprat el software MicroLogix 500, que es un programa específic per a programació de PLC. En aquest software, en comparació amb el RsLogix 5000, només es pot realitzar un tipus de programació PLC, la programació ladder, com es veurà més endavant.

Per a realitzar la comprovació dels nostres programes o parts dels programes s'ha fet ús del software RSEmulate 500, un software que s'encarrega de simular el funcionament d'un PLC, on es poden comandar les

entrades del nostre programa com si s'estigués realitzant a la mateixa planta. És un eina molt útil, ja que abans d'anar amb els programes sobre la planta real, es poder fer les proves pertinents i no assumir riscos de col·lisions entre components, entre components-persones o fer malbé alguna connexió elèctrica o pneumàtica.

Els softwares anteriors han de tenir un element, cablejat en la planta real, per poder intercanviar la informació, ja que sinó mai hauria una resposta del programa a una de les entrades simulades. L'encarregat de fer aquesta connexió entre softwares es el programa *RSlinx*.

3.1.3. Vista global de les Comunicacions

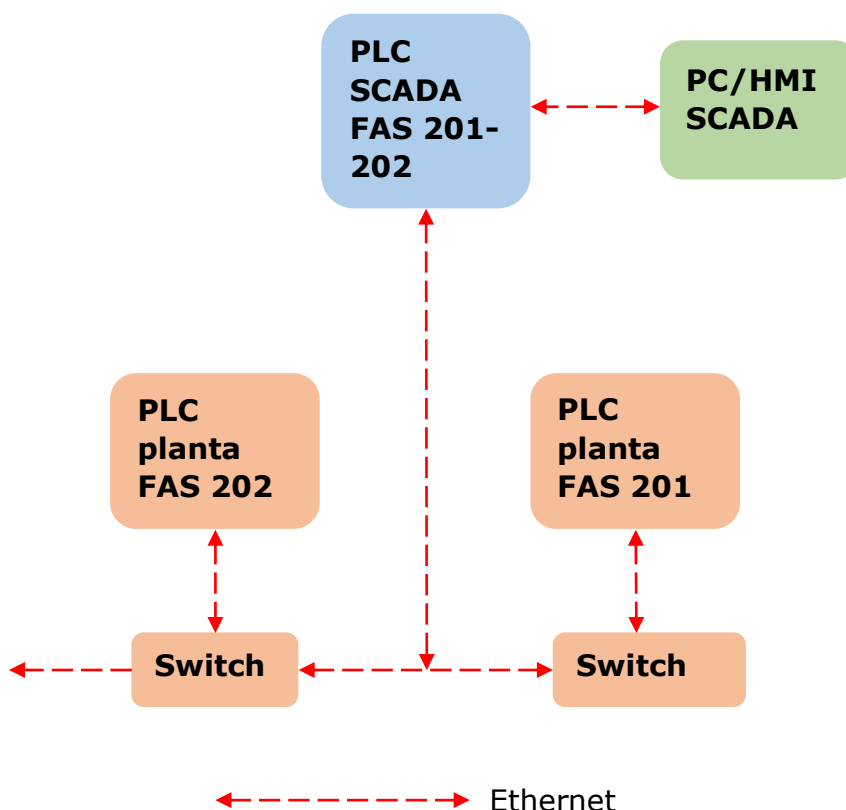


Figura 9: Esquema de les comunicacions en FAS 201-202 que hi ha en el sistema.

Com es pot veure en l'esquema de blocs anterior, hi ha diferents tipus de comunicació entre tots els elements del conjunt.

La comunicació cablejada connecta tot el sistema planta-PLC. Les entrades al PLC estan connectades físicament, mitjançant un sistema de cablejat elèctric, als elements físics (detectors) de la planta, que són els que envien els senyals (1 i 0). A la vegada, el PLC emet els senyals necessaris, a través d'aquesta xarxa, cap als actuadors per poder comandar el procés de muntatge. Mitjançant aquesta comunicació, es pot controlar la planta des del lloc de treball de l'operari.

Existeix una altra comunicació en planta que es la comunicació entre PLC, aquesta comunicació consisteix en l'intercanvi d'informació entre els PLCs dels diferents mòduls. La connexió entre aquests PLC es fa mitjançant una connexió amb Ethernet, els diferents PLCs es connecten a un switch situat a cada mòdul, després tots els switchos estan connectats entre ells, de manera que si amb un PC et connectes a un d'aquests switchos podràs veure tots els mòduls de la planta.

Hi ha una comunicació que es tracta de la que hi ha entre els PLC situats en planta i el PLC remot. Aquesta comunicació ens permet poder controlar les diferents estacions des de un SCADA, donant així l'oportunitat de fer servir tot el conjunt sense haver d'estar presencialment.

3.1.4. Comunicacions Scada-Controlador-Procés

Per poder controlar la planta mitjançant el SCADA, primerament s'ha de realitzar la seqüència descrita en el requeriment 06 (interruptor en automàtic i mantenir el start i el stop 5 segons mínim).

Un cop la planta s'ha configurat en mode remot, des de el SCADA es poden fer dos tipus de control, el control automàtic i el control en mode manual. En mode manual, l'operari que estigui comandant el SCADA podrà comandar els elements individualment sense tenir la necessitat de seguir la seqüència de funcionament, d'aquesta manera des de SCADA existeix més maniobrabilitat que des de planta. Aquesta manera de controlar la planta és molt útil a l'hora de poder fer un manteniment o per comprovar el funcionament d'un element que estigui donant problemes.

L'altre mode de funcionament que es pot fer des del SCADA es un mode automàtic, on la planta funcionarà seguint la seqüència programada. Aquest mode, igualment que el mode en manual, escriu els valor de les entrades directament sobre el mapeig realitzat en el PLC de planta, que es descriurà mes endavant.

D'aquesta manera, existeixen quatre modes de funcionament, el mode manual-automàtic des de planta i el mode manual-automàtic des de SCADA.

3.2. Simulació del Procés

3.2.1. Blocs del sistema

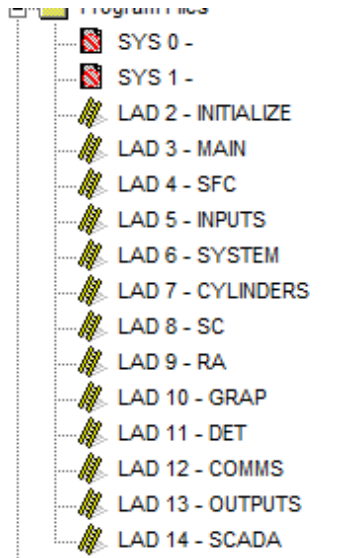


Figura 10: Estructura del programa.

3.2.2. Estructura de simulació

La simulació inicial, com es tenia pensat fer la programació utilitzant la instanciació dels elements, es va programar amb un marge de temps més petit, ja que, en aquesta programació comprovant el funcionament d'un element per grup ja era prou.

A causa del software utilitzat al realitzar el programa de PLC, aquesta estructura es va descartar i es va planificar una estructura més extensa i per passos. És més costosa de realitzar perquè s'ha de fer element per element, perquè encara que la programació es molt semblant no es idèntica i pot haver-hi errors.

La simulació es fa mitjançant el mapeig dels bits, activant en cada moment el bit que es vol comprovar, per explicar millor els passos que s'han realitzat en aquesta simulació, a continuació es detallaran pas per pas.

Simulació d'entrades i sortides. Es simula que tots els senyals d'entrada i sortida actuïn i s'activen correctament quan el programa ho demana.

Simulació de sistema. En tots els mòduls es simula el funcionament de les alarmes del sistema, així com les diferents ordres que rep el sistema.

Simulació de components actius. De tots els diferents components del sistema, es simula el seu funcionament com si es comanden individualment, tant des de planta com de Scada. Així es corrobora que a l'hora de funcionar el seqüència els components respondran correctament a les ordres que els arribi des de la seqüència.

Simulació de comunicacions entre PLC i entre Scada. Per fer aquesta simulació, el que s'ha realitzat, és una comprovació que el traspàs d'uns bits cap a uns altres es faci correctament, sense cap interferència.

Simulació de la seqüència. Per últim el que es fa es la simulació de la seqüència, un cop les altres simulacions son correctes. És fa en últim lloc perquè així es fa un cop ja s'ha vist que els elements no tenen cap error. En aquesta simulació només es comprova el funcionament en mode manual.

3.3. Descomposició del Problema de Control

Per poder resoldre el sistema de control en aquest treball, es va optar per fer una descomposició del problema en parts més petites i assequibles per realitzar-les per separat, ja que es una manera més òptima de realitzar qualsevol tipus de problema complex.

Aplicant la normativa S-88, la programació s'ha dividit en dos parts diferenciades: sistemes i elements.

Sistemes: Com a sistemes en aquest projecte podem definir el procés de muntatge, recollit en la subrutina SFC. Encara que dintre de les subrutines hi trobem una nomenada sistema, aquesta realment s'ha considerat com un element més, ja que no defineix al seu interior cap procés pròpiament dit.

Com s'ha explicat anteriorment en la rutina SFC, hi trobem la descripció del procés de muntatge dels diferents mòduls.

Elements: Com a elements de sistema hi trobem les subrutines dels diferents components i la subrutina del sistema. Aquestes subrutines es troben dintre de la categoria d'elements perquè són les que descriuen el funcionament d'una part petita del sistema o procés complet. Com pot ser per exemple un cilindre o una ventosa.

La resta de subrutines no les integrem en cap dels grups anteriors, ja que no descriuen cap procés ni cap funcionament d'un element concret.

La programació d'aquestes dues parts ha sigut a contrari de l'explicació, es a dir, primer es s'han programat els elements del sistema i un cop comprovat el funcionament d'aquest bloc, s'ha programat el bloc de sistemes, tot per evitar errors de funcionalitat.

3.4. Codificació dels Elements i Sistemes

Inicialment els elements tenien una codificació pròpia del proveïdor SMC, com aquesta codificació no s'adaptava a les normatives, es va decidir fer una nova codificació. Aquesta codificació segueix la normativa S-88, a continuació es mostra una taula amb la comparativa de la codificació nova vs actual del proveïdor.

Nova nomenclatura	Nomenclatura Actual	Descripció / UDT
F201_CY01	FAS 201 A	Cilindre horitzontal manipulador de les bases / CYS2
F201_CY02	FAS 201 B	Cilindre vertical verificació posició / CYS1
F201_CY03	FAS 201 C	Cilindre horitzontal transferència de base / CYS1
F201_IS01	FAS 201 bp	Detector inductiu posició base / DET
F202_CY01	FAS 202 A	Cilindre Horitzontal braç manipulador / CY2D
F202_CY02	FAS 202 B	Cilindre vertical braç manipulador / CYS2
F202_CY03	FAS 202 C	Cilindre per expulsió de peces dolentes / CYS0
F202_VS01	FAS 202 V	Ventoses del braç manipulador / SC
F203_RA01	FAS 203 B	Actuador rotatiu del braç manipulador / RA3D
F203_CY01	FAS 203 A	Cilindre horitzontal col·locació rodaments / CYS1
F203_IS01	FAS 203 pr	Detector de presència de rodaments / DET
F203_IS02	FAS 203 b2	Detector de posició final actuador rotatiu / DET
F203_IS03	FAS 203 b0	Detector de posició inicial actuador rotatiu / DET
F203_IS04	FAS 203 b1	Detector de posició mitjà actuador rotatiu / DET
F203_GP01	FAS 203 C	Pinça del braç manipulador / GRAP

F204_RA01	FAS 204 E	Actuador rotatiu del braç manipulador / RA2D
F204_CY01	FAS 204 A	Actuador elevador / CY2D
F204_CY02	FAS 204 B	Cilindre horitzontal d'expulsió de peces / CYS0
F204_CY03	FAS 204 C	Cilindre de centrat / CYS0
F204_CY04	FAS 204 D	Cilindre vertical del manipulador / CYS2
F204_IS01	FAS 204 e1	Detector de posició final actuador rotatiu / DET
F204_IS02	FAS 204 e0	Detector de posició inicial actuador rotatiu / DET
F204_AS01 (ANALOG)	FAS 204 AI	Detector de quin tipus de rodament es tracta / ADET
F204_GP01	FAS 204 F	Pinça del braç manipulador / GRAP
F207_CY01	FAS 207 A	Cilindres horitzontals manipulador / CYS0
F207_CY02	FAS 207 B	Cilindre vertical manipulador / CYS1
F207_CY03	FAS 207 C	Cilindre plat rotatori / CYS1
F207_CY04	FAS 207 D	Cilindres bloqueig del plat / CYS0
F207_IS01	FAS 207 dm	Detector de peces metàl·liques / DET
F207_IS02	FAS 207 dp	Detector de peces / DET
F208_RA01	FS 208 B	Actuador rotatiu del braç manipulador / RA2D
F208_CY01	FAS 208 A	Cilindre manipulador inserció / CYS2
F208_CY02	FAS 208 C	Cilindre manipulador extracció / CY2D
F208_CY03	FAS 208 D	Cilindre posició vertical extracció / CYS2
F208_IS01	FAS 208 c1	Detector de posició final actuador rotatiu / DET
F208_IS02	FAS 208 c0	Detector de posició inicial actuador rotatiu / DET
F208_VS01	FAS 208 V1	Ventoses del braç manipulador / SC
F208_VS02	FAS 208 V2	Ventoses del braç manipulador / SC
FBELT_CY01	FAS 230 A	Cilindre "stopper" de la cinta / CYS0
FBELT_CY02	FAS 230 B	Cilindre "stopper" de la cinta / CYS0
FBELT_CY03	FAS 230 C	Cilindre "stopper" de la cinta / CYS0
FBELT_CY04	FAS 230 D	Cilindre "stopper" de la cinta / CYS0
FBELT_LS01	FAS 230 ppA	Detector stop cinta / DET
FBELT_LS02	FAS 230 ppB	Detector stop cinta / DET
FBELT_LS03	FAS 230 ppD	Detector stop cinta / DET

Taula 4: Taula de codificació dels elements en la programació.

3.5. Definició de les Interfícies del Sistema de Control

Com a interfícies pròpiament dites, només hi ha una interfície per al control pel funcionament des de planta. Aquesta interfície de control es la botonera situada a la part frontal de cada mòdul.



Figura 11: Botonera situada en la part frontal dels mòduls.

Com es pot apreciar en la figura 12 a la botonera es troba la parada d'emergència que talla tota la alimentació del sistema en cas de que es pressioni.

Trobem dos interruptors (*Switches*), el que està situat a la part esquerra de la imatge es l'interruptor d'encendre i apagar el mòdul, i el situat a la dreta es l'encarregat d'escollir el mode de funcionament, automàtic-manual.

Per finalitzar existeixen tres botons, el botó verd es tracta del boto de marxa, amb aquest botó s'avançarà de seqüència en cas de mode manual i es començarà a seqüència en mode automàtic. El botó vermell es el botó de parada i el botó blau es el botó de reset, el qual inclou al seu interior una llum en cas d'alarma en el sistema.

Per al control en mode remot s'ha realitzat un SCADA, en aquest cas cada mòdul té el seu propi SCADA i estan realitzats per uns companys.

3.6. Definició del fitxer d'intercanvi Controlador-Scada

El fitxer d'intercanvi, com es mostra en el diagrama de GANT, va ser la primera tasca que es va desenvolupar de tot el treball, ja que és el fitxer on es mostren totes les ordres, estats dels elements i el seu corresponent mapeig de bits.

Dintre d'aquest mapeig cada mòdul tindrà alguns estats interns que el procés ho demani, per això aquest fitxer es el més global possible dintre d'aquesta petita variabilitat que pot haver-hi entre els diferents mòduls.

A les següents imatges es poden observar uns exemples del mapeig que es va realitzar en cada un dels elements, les variables sense mapeig volen dir que són entrades i sortides específiques de cada un dels mòduls.

SIS		F201_SIS, F202_SIS, F203_SIS, F204_SIS, F207_SIS, F208_SIS	
MAPEADO	TAG	Típus	DESCRIPCIÓ
B3:0/0	C_MAN	BOOL	Ordre de manual
B3:0/1	C_RESET	BOOL	Ordre de reset
B3:0/2	C_START	BOOL	Ordre de marxa
B3:0/3	C_STOP	BOOL	Ordre de Stop
B3:0/4	E_ALARM	BOOL	Estat alarma
B3:0/5	E_AUTO	BOOL	Estat en automàtic
B3:0/6	E_MAN	BOOL	Estat en manual
B3:0/7	C_PIECE	BOOL	Alarma falten peces
B3:0/8	E_RESET	BOOL	Estat de reset
B3:0/9	E_START	BOOL	Estat de marxa
B3:0/10	E_STOP	BOOL	Estat de STOP
	XMAN	BOOL	Senyal d'entrada digital selector manual/automàtic
	XRESET	BOOL	Senyal d'entrada digital reset
	XSTART	BOOL	Senyal d'entrada digital marxa
	XSTOP	BOOL	Senyal d'entrada digital stop
	YLED_PIECE	BOOL	Senyal de sortida llum alarma falten peces
	YLED_RESET	BOOL	Senyal de sortida llum botó de reset
B3:0/11	C_RESET_LED	BOOL	
B3:2/0	E_REM	BOOL	CONTROL REMOT
B3:2/1	E_START_AUT	BOOL	START AUTOMATIC
B3:2/3	E_IC	BOOL	CONDICIONS INICIALS
B3:2/4	E_BODY OK	BOOL	POSICIO BASE OK
B3:2/5	E_BODY NOK	BOOL	POSICIO BASE NOK

Figura 12: Fulla de sistema del fitxer d'intercanvi.

CYS2				F201_CY01, F202_CY02, F204_CY04, F208_CY01, F208_CY03					
				PLC			SCADA		
MAPEADO	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S
B9:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde SCADA	1					1
B9:X/1	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1		
B9:X/2	E_FCO	BOOL	Estat final de cursa obert			1	1		
B9:X/3	E_FCT	BOOL	Estat final de cursa tancat			1	1		
B9:X/4	C_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir			1	1		
	XFCO	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa obert	1					
	XFCT	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa tancat	1					
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida obrir			1			
B9:X/5	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde PLC						

Figura 13: Fulla del cilindre de simple efecte amb dos detectors del fitxer d'intercanvi.

A l'annex I es pot veure el fitxer d'intercanvi complet.

3.7. Programa del Controlador

3.7.1. Estructura del Programa

Com s'ha esmenat abans, el programa no s'ha pogut estructurar mitjançant la indexació, per tant, els diferents programes s'han dividit segons la tipologia de element que es vol comandar.

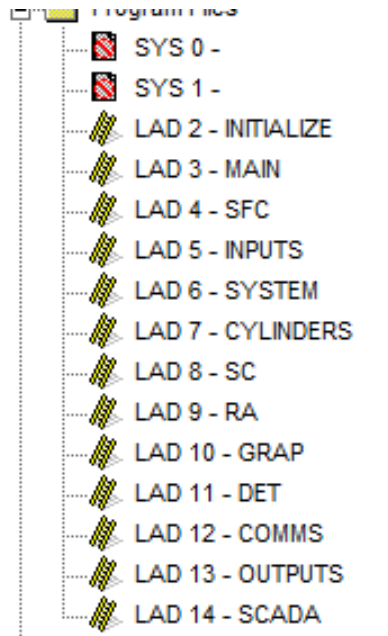


Figura 14: Estructura del programa.

Com es mostra en la figura anterior, el sistema està dividit en 13 programes que actuaran quan la subrutina MAIN vagi cridant les altres subrutines. En aquests programes es descriu els comportament de cada element del sistema, així com el sistema de comunicació amb els altres PLCs i comunicació amb el SCADA.

LAD 2-INITIALIZE: En aquesta subrutina es troben les accions a realitzar quan s'executa per primera vegada el cicle de scan.

LAD 3-MAIN: Aquesta es la rutina principal, i s'encarrega de fer les crides a les diferents subrutines situades sota d'aquesta per a que el programa funcioni.

LAD 4-SFC: Dintre d'aquesta subrutina es troba a programació que fa referència al graficats que s'han mostrat anteriorment.

LAD 5-INPUTS: Relaciona les entrades físiques de la botonera de comandament amb els estats interns del PLC. Es fa aquesta subrutina per a

no treballar directament sobre les senyals d'entrada, es trasbasen de les senyals d'entrada (X) cap als estats (E).

LAD 6-SYSTEM: Descriu el comportament que ha de tenir el sistema quan es troba en els diferents moes de funcionament, així com a gestionar les entrades que té el nostre sistema.

LAD 7-CYLINDERS: Descriu el comportament que han de tenir els cilindres quan reben les diferents ordres.

LAD 8-SC: Descriu el comportament de les ventoses dintre del sistema.

LAD 9-RA: Descriu comportament dels actuadors rotatius.

LAD 10-GRAP: Descriu el funcionament de les pinces de sistema.

LAD 11-DET: Descriu el funcionament dels detectors.

LAD 12-COMMS: Trasllada la informació interna del PLC cap els bits que siguin necessaris per enviar a traves de missatgeria cap als altres PLCS.

LAD 13-OUTPUTS: Igualment que la subrutina de INPUTS, relaciona els estats del sistema cap a les sortides físiques del PLC. Aquesta subrutina es fa per no actuar directament sobre les sortides del sistema.

LAD 14-SCADA: Relaciona les entrades que es reben des de el sistema SCADA amb els bits reservats interns del PLC.

Aquesta estructura s'ha fet comuna a tots el mòduls que té la planta. Per veure com estan fetes aquestes rutines, a continuació es veuran dos exemples, la rutina MAIN i una subrutina d'un component.



Figura 15: Part de la funció MAIN en la programació del PLC.

Les subrutines que estan destinades al comandament d'algun component de la planta tenen una estructura com la que es mostra a continuació:

1. Accionament de Obrir/Tancar/Accionar el component des de SCADA i des de PLC situat en planta.
2. Temporitzadors per a les alarmes de components.
3. Situacions d'activació de les alarmes.
4. Desactivació de les alarmes.

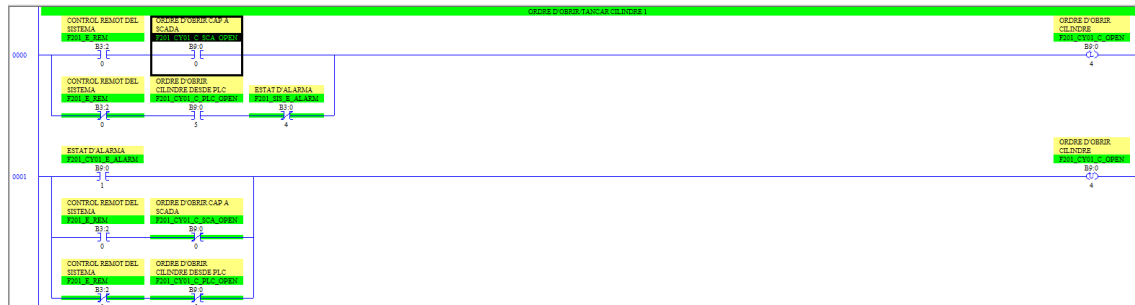


Figura 16: Part de la funció CYLINDERS en la programació del PLC.

3.7.2. Definició dels Tipus de Dades

Les dades en el software utilitzat no s'han pogut utilitzar amb el nom de la variable, ja que funciona amb un mapeig de les dades.

En aquests mapeig, a diferència de l'estructura, no s'han pogut agrupar els elements per categories, ja que cada element té el seu propi mapeig de dades, d'aquesta la definició de les dades quedaria d'aquesta forma:

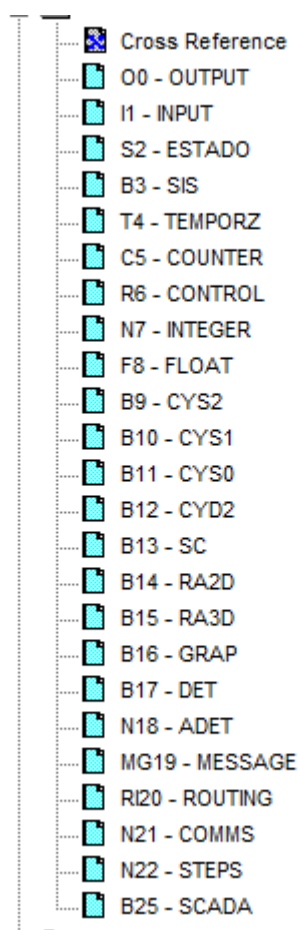


Figura 17: Tipus de dades que hi ha en la programació.

Fins a F8, es un mapeig que no es pot eliminar ni modificar el tipus de dades, ja que es troba de sèrie quan iniciés un nou projecte. Després d'aquests elements fixos, es poden observar tots els elements.

Dintre de les dades podem especificar la tipologia d'aquestes, per aquest projecte s'utilitzen els següents tipus de dades:

- O: sortides del sistema
- I: son els inputs del sistema
- B: dades binàries.
- T: temporitzadors
- N: enters
- MG: missatge, per a la comunicació
- RI: direcció IP del PLC

La codificació del mapa de bits dels elements té el següent aspecte:

B3:X/Y

On:

B3 → es tracta de la localització de les dades i el tipus de dades que es.

X → Número de element, es a dir si hi ha 2 elements, el primer durà un 0 i el segon durà un 1.

Y → Numero de bit de l'estat de l'element.

3.7.3. Lògica de Control dels Elements

Els elements tenen dues lògiques de control, una lògica que controla els elements mitjançant una seqüència de la planta completa, i un altre mode on els elements en poden governar directament actuant sobre ells.

Els elements, dintre de la seva programació pròpia estan preparats per a actuar en el mode remot si fos el cas, però també tenen a la seva programació les diferents alarmes que poden parar tot el sistema quan actuen.

Per a fer una lectura més fàcil, que no sigui el mapeig, a cada bit o estat se li ha posat una etiqueta que també té una codificació pròpia com la següent.

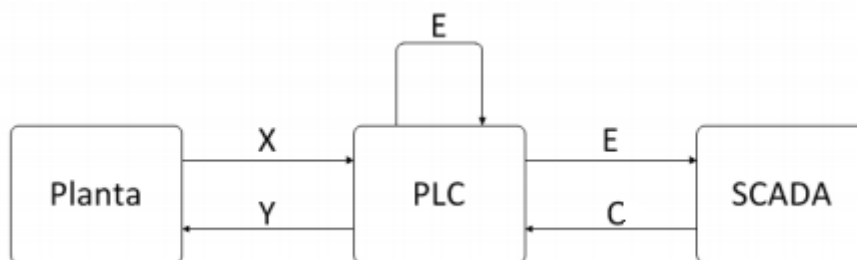


Figura 18: Diagrama de la lògica de control seguida en la programació.

3.7.4. Lògica de Control dels Sistemes

Per al control dels sistemes, con ja s'ha mencionat anteriorment durant aquesta memòria, es poden diferenciar 2 grups grans que es poden desenvolupar en 2 subgrups més petits dins seu.

a) Control des de planta

Els dos subgrups que es poden extreure d'aquest control són el mode **automàtic** i el mode **manual**.

En aquest cas els dos grups no són gaire diferents, ja que ambdós es controlen mitjançant la programació de la seqüència de la planta. La diferència que pot haver-hi entre els aquest dos modes es l'ordre o les ordres d'avanç de pas en la seqüència.

En mode manual per poder avançar s'hauran de donar les condicions necessàries i a més, s'haurà de polsar el botó "start" situat a la botonera de comandament.

En el mode automàtic un cop les condicions d'avanç es compleixin el sistema avançarà sense la necessitat de polsar cap botó.

b) Control des de SCADA

Com en el cas anterior, en aquest grup també es troben el mode de funcionament **automàtic** i el mode de funcionament **manual**.

En aquest cas si que hi ha una diferència notable sobre els controls en aquests modes.

En el mode manual, en comptes d'actuar sobre seqüència, s'actuarà sobre l'element directament.

En el mode automàtic, es farà el mateix tipus de control que en el grup a).

3.7.5. Seqüències de Control

Les diferents seqüències que hi ha en aquest projecte dependran del mòdul en que s'estigui treballant, per tant hi trobarem 3 seqüències de control.

Els passos estan definits en el punt 2.2.2 Fases del procés a través dels diagrames GRAFCETS.

Les seqüències de control que estan descrites als graficets, son les seqüències que es poen comandar des de planta, es a dir, el control en mode MANUAL i en mode AUTOMATIC.

Per a poder fer el control en mode REMOT, s'han de seguir una sèrie de passos amb la botonera situada en planta:

1. Posar el interruptor en mode automàtic.
2. Pulsar 5 segons botons de MARXA + PARADA (start + stop).

Després de realitzar aquesta seqüència la llum situada al botó de reset començarà a il·luminar-se intermitentment, això ens indicarà que la nostra planta esta comandada des de un SCADA.

Per tornar a comandar la planta des de la botonera de comandament, s'haurà de posar l'interruptor en mode manual.

Una altre seqüència programada a tenir en compte es la seqüència per a tornar a condicions inicials.

Aquesta seqüència es més fàcil de fer, ja que per tornar a condicions inicials del sistema s'ha de mantenir pulsat el boto de marxa mes de 5 segons. Al fer-ho els elements tornaran cap a condicions inicials.

CAPÍTOL 4:

PROVES I RESULTATS

Per a les proves i resultats hi han dos fases: fase de simulació amb l'emulador i fase de proves en planta.

4.1. Disseny de les proves d'Entrades i Sortides físiques

Fase de simulació:

En aquesta fase mitjançant el simulador es fan les proves actuant directament sobre els bits de les entrades. Aquestes proves es fan per comprovar que les rutines INPUTS i OUTPUTS funcionen correctament.

Si al canviar l'estat d'un dels bits que hauria d'actuar sobre una sortida, aquesta no s'activa, vol dir que en algun moment de la programació s'està forçant aquesta sortida cap a un valor (1 o 0) no desitjat.

Aquest mateix procediment s'aplica a les entrades del sistema.

Fase en planta:

Per aquesta fase les proves es fan amb la botonera dels mòduls. Primerament es comproven que les entrades activen correctament els estats del PLC i que hi ha cap estat forçat i les entrades físiques no tenen funcionalitat.

Una problemàtica que va a parèixer en aquesta fase de les proves va ser el boto de STOP, ja que aquest botó esta posat amb lògica negada i en un principi es va contemplar amb la lògica sense negar.

Un cop les proves de les entrades es van comprovar es van fer les proves de les sortides, aquestes proves es van fer lligades amb el punt següent de la memòria, ja que des de planta no es pot actuar directament sobre els elements, sinó que com ja s'ha esmentat en algun punt anterior, s'actua per seqüència.

4.2. Disseny de les proves de Funcionalitat

Fase de simulació:

Per a poder observar bé que la programació del SFC està ben feta, i que no hi ha errors primerament es comprova aquesta programació en mode manual, ja que en mode automàtic s'hauria d'estar activant les entrades corresponents a cada pas de la seqüència per a que els components no activin les alarmes.

Primerament en configuren les entrades/sortides per a que estiguin amb els valors que els hi pertocuen al començament de la seqüència. Un cop realitzat això s'aniran activant les entrades que per seqüència toquin i comprovant que s'activen les sortides correctes.

Fase en planta:

Si en la fase anterior s'han corregit els possibles errors, en aquesta fase tan sols s'haurà de carregar el programa en planta i comprovar si funciona, primer en mode manual i després en mode automàtic.

En aquesta fase es el moment d'ajustar el temps d'activació dels diferents components, ja que per seguretat en la fase anterior i en la programació s'han posat temps sobredimensionats.

Si tot ha anat bé en totes les fases anteriors en aquesta només s'haurien de fer petit canvis de la programació per a un millor rendiment de la planta, o per corregir petits errors que mitjançant la simulació no s'han vist.

4.3. Disseny de les proves entre Controlador i Scada

Fase de simulació:

El procediment a seguir en les proves entre controlador i el SCADA en aquesta fase es el mateix que s'ha seguit en la fase de simulació per a les proves d'entrades i sortides, ja que la rutina de SCADA i les altres dues son molt semblants.

En aquesta fase a part de comprovar que les estrades des de SCADA es traslladen correctament als estats interns del PLC, també s'ha de

comprovar que en mode remot aquestes entrades activen les sortides físiques del sistema.

Fase en planta:

En planta primerament s'ha d'aconseguir que la comunicació entre SCADA i el controlador es fa correctament, després es fa el mateix procediment que en les proves d'entrades i sortides.

4.4. Resultat de les proves

Els resultats de les proves es van fer en unes taules d'excel com les següents:

FAS 201	FASE DE SIMULACIÓ	FASE EN PLANTA	FAS 202	FASE DE SIMULACIÓ	FASE EN PLANTA
INPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	INPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
OUTPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	OUTPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments sistema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comandaments sistema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments cilindres	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comandaments cilindres	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments ventoses	NA	NA	Comandaments ventoses	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments actuador rotatiu	NA	NA	Comandaments actuador rotatiu	NA	NA
Comandaments pinça	NA	NA	Comandaments pinça	NA	NA
Comandaments detector	NA	NA	Comandaments detector	NA	NA
Comunicacions PLCs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comunicacions PLCs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comunicacions SCADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Comunicacions SCADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarmes components	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarmes components	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimització de temporitzadors	NA	<input checked="" type="checkbox"/>	Optimització de temporitzadors	NA	<input checked="" type="checkbox"/>
Canvi a mode remot	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Canvi a mode remot	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Posada a C.I	NA	<input checked="" type="checkbox"/>	Posada a C.I	NA	<input checked="" type="checkbox"/>
Seqüència Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Seqüència Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Seqüència Automàtic	NA	<input checked="" type="checkbox"/>	Seqüència Automàtic	NA	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 19: Registre de les proves realitzades FAS 201, FAS 202.

**NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE
UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ**

FAS 203	FASE DE SIMULACIÓ	FASE EN PLANTA
INPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
OUTPUTS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments sistema	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments cilindres	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments ventoses	NA	NA
Comandaments actuador rotatiu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments pinça	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comandaments detector	NA	NA
Comunicacions PLCs	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Comunicacions SCADA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Alarmes components	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Optimització de temporitzadors	NA	<input checked="" type="checkbox"/>
Canvi a mode remot	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Posada a C.I	NA	<input checked="" type="checkbox"/>
Seqüència Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Seqüència Automàtic	NA	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 20: Registre de les proves realitzades FAS 203.

Com es pot observar en les taules anteriors, es va fer la comprovació de tots els aspectes tant en la fase de simulació, com en la fase en planta.

Aquestes taules recullen les dades finals de les proves. En alguns punts hi ha un "NA", això vol dir que aquesta part en concret en el mòdul on s'han realitzat les proves no existeix, o es una part que no es pot comprovar en la fase on es troba.

També es pot veure que en la fase de simulació alguns aspectes estan amb una creu, això vol dir que, o no s'ha pogut corregir l'error durant el període de les proves o s'ha corregit, però no s'ha pogut comprovar

correctament només amb la simulació i es va deixar com a punt obert per a la fase en planta.

El motiu de que aquestes creus es mantinguin en la FAS 201 i FAS 202, i en canvi en la FAS 203 no estiguin es perquè la fase de simulació de les dues primeres es va fer a la vegada, i la de la última es va fer a posterior i es v poder corregir l'error millor, gràcies al coneixement de les altres dues proves.

CAPÍTOL 5: NORMATIVA

5.1. Metodologia de Desenvolupament

L'ús de una normativa fixa és important per tal de definir el funcionament tant dels PLCs com de les pantalles dels SCADAs. D'aquesta manera s'eviten confusions a l'hora de utilitzar els instruments o de interpretar les diferents senyals que proporcionen les pantalles.

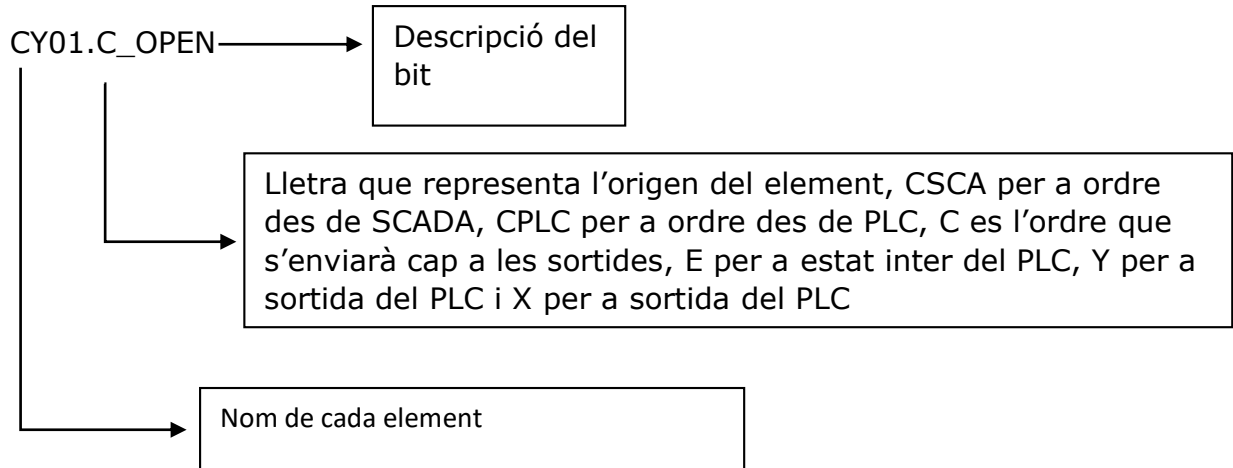
Pel que fa a la metodologia de desenvolupament, aplicarem la norma ISA-88.

La norma ISA-88 es un estàndard d'adreçament per lots. L'estàndard persegueix controlar els següents problemes:

- Falta d'un model universal per al control de lots
- Dificultats per a comunicar els requisits del usuari
- Integració entre proveïdors
- Dificultat en la configuració del control de lots

5.2. Codificació i Identificació

Aplicada la norma ISA S-88, nosaltres hem definit els bits dels elements de la següent manera:



5.3. Implementació del Programa del PLC

La norma IEC 61131 és la norma que s'utilitza per a la programació de PLCs, la norma defineix que és un PLC i que són els dispositius de camp.

La norma també defineix els diferents llenguatges de programació que hi ha. En el nostre cas el llenguatge de programació que utilitzem es el Ladder o esquema de contactes.

A part la normativa IEC 61131 també defineix les diferents especificacions i assajos de equips a realitzar previs a la posada en marxa de la instal·lació.

CAPÍTOL 6: CONCLUSIONS

Aquest treball ha servit per a realitzar un procés aplicable fora de la universitat, es a dir, que ens ha traslladat cap al món real, cap a un treball que es desenvolupa en una producció d'una fàbrica.

Es pot dir que aquest treball ens ha aportat un nou punt de vista de la programació amb PLC, ja que s'ha vist com es poden comunicar PLCs de diferents estacions i com s'ha de preparar una programació de PLC per a que s'actui des d'un SCADA extern a la teva programació.

Respecte als objectius que es van fixar al principi del projecte podem dir que després d'estudiar la programació que es va aportar a la universitat amb la planta, s'ha adequat a la normativa que s'ha descrit abans, i s'han millorat bastants aspectes de programació, ja que ara si hi ha algun error en algun punt de la programació, com ho tenim diferenciat per elements, es pot trobar més fàcilment l'error. Una altra millora important es el senyal d'error que s'ha incorporat si la missatgeria entre PLC és errònia més de tres cops.

Amb totes aquestes millores la programació en seqüència de mode manual i automàtic s'ha pogut fer més fàcilment i, gràcies a les proves que s'han realitzat en les diferents fases els errors s'han corregit.

Respecte als objectius que estaven en comú, s'han assolit en la fase final del projecte, ja que per aconseguir un resultat completament bo es necessitava que totes les parts del treball estiguessin acabades i ven definides.

Fent un resum a totes les conclusions, es pot afirmar que el treball s'ha realitzat correctament i sense problemes, ja que entre els propis companys ens hem ajudat si ha fet falta, ja que en alguns punts de la programació es necessitava de la informació d'un altre mòdul.

CAPÍTOL 7: BIBLIOGRAFIA

7.1. Bibliografia de Consulta

- SMC. *Manual de Usuario FAS-200.*
- SMC. *Manual de Usuario FAS-200.Anexo C, esquemas neumàtics.*
- SMC. *Manual de Usuario FAS-200.Anexo B, esquemas elèctrics.*
- *Manual Emulate 500.*
<https://plc-hmi-scadas.com/023.php>
- ISA-88. *ISA-TR88.00.02 Machine and Unit States:An Implementation Example of ISA-88*

ANNEX I. FITXER D'INTERCANVI

Elements del sistema

Elements del sistema		
Nova nomenclatura	Nomenclatura Actual	Descripció
F201_CY01	FAS 201 A	Cilindre horitzontal manipulador de les bases
F201_CY02	FAS 201 B	Cilindre vertical verificació posició
F201_CY03	FAS 201 C	Cilindre horitzontal transferència de base
F201_IS01	FAS 201 bp	Detector inductiu posició base
F202_CY01	FAS 202 A	Cilindre Horitzontal braç manipulador
F202_CY02	FAS 202 B	Cilindre vertical braç manipulador
F202_CY03	FAS 202 C	Cilindre per expulsió de peces dolentes
F202_VS01	FAS 202 V	Ventoses del braç manipulador
F203_CY01	FAS 203 A	Cilindre horitzontal colocació rodaments
F203_GP01	FAS 203 C	Pinça del braç manipulador
F203_IS01	FAS 203 pr	Detector de presència de rodaments
F203_RA01	FAS 203 B	Actuador rotatiu del braç manipulador
F204_AS01 (ANALOG)	FAS 204 AI	Detector de quin tipus de rodament es tracta
F204_CY01	FAS 204 A	Actuador elevador
F204_CY02	FAS 204 B	Cilindre horitzontal d'expulsió de peces
F204_CY03	FAS 204 C	Cilindre de centrat
F204_CY04	FAS 204 D	Cilindre vertical del manipulador
F204_GP01	FAS 204 F	Pinça del braç manipulador
F204_IS01	FAS 204 e1	Detector de posició final actuador rotatiu
F204_IS02	FAS 204 e0	Detector de posició inicial actuador rotatiu
F204_RA01	FAS 204 E	Actuador rotatiu del braç manipulador
F207_CY01	FAS 207 A	Cilindres horitzontals manipulador
F207_CY02	FAS 207 B	Cilindre vertical manipulaor
F207_CY03	FAS 207 C	Cilindre plat rotatori
F207_CY04	FAS 207 D	Cilindres bloqueix del plat
F207_IS01	FAS 207 dm	Detector de peces metàl·liques
F207_IS02	FAS 207 dp	Detector de peces
F208_CY01	FAS 208 A	Cilindre manipulador inserció
F208_CY02	FAS 208 C	Cilindre manipulador extracció
F208_CY03	FAS 208 D	Cilindre posició vertical extracció
F208_IS01	FAS 208 c1	Detector de posició final actuador rotatiu
F208_IS02	FAS 208 c0	Detector de posició inicial actuador rotatiu
F208_RA01	FS 208 B	Actuador rotatiu del braç manipulador
F208_VS01	FAS 208 V1	Ventoses del braç manipulador
F208_VS02	FAS 208 V2	Ventoses del braç manipulador
FBELT_CY01	FAS 230 A	Cilindre "stopper" de la cinta
FBELT_CY02	FAS 230 B	Cilindre "stopper" de la cinta
FBELT_CY03	FAS 230 C	Cilindre "stopper" de la cinta
FBELT_CY04	FAS 230 D	Cilindre "stopper" de la cinta
FBELT_LS01	FAS 230 ppA	Detector stop cinta
FBELT_LS02	FAS 230 ppB	Detector stop cinta
FBELT_LS03	FAS 230 ppD	Detector stop cinta

CY - Cilindre
IS - Sensor Inductiu
VS - Ventosa
RA - Actuador Rotatiu
GP - Pinça
AS - Sensor Analògic
LS - Final de Cursa

UDT
 SIS-Sistema
 CYS2-Cilindre simple efecte 2 finals cursa
 CYS1-Cilindre simple efecte 1 final cursa
 CYS0-Cilindre simple efecte 0 final cursa
 CYD2-Cilindre doble efecte 2 finals cursa
 SC-Suction Cup(ventoses)
 RA2D- Actuador Rotatiu 2 Detectores
 RA3D-Acuador Rotatiu 3 Detectores
 GRAP-Pinça
 DET-Detector
 ADET-Analog detector

Mapeig Sistema

SIS	F201_SIS, F202_SIS, F203_SIS, F204_SIS, F207_SIS, F208_SIS
------------	--

MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ
B3:0/0	C_MAN	BOOL	Ordre de manual
B3:0/1	C_RESET	BOOL	Ordre de reset
B3:0/2	C_START	BOOL	Ordre de marxa
B3:0/3	C_STOP	BOOL	Ordre de Stop
B3:0/4	E_ALARM	BOOL	Estat alarma
B3:0/5	E_AUTO	BOOL	Estat en automàtic
B3:0/6	E_MAN	BOOL	Estat en manual
B3:0/7	C_PIECE	BOOL	Alarma falten peces
B3:0/8	E_RESET	BOOL	Estat de reset
B3:0/9	E_START	BOOL	Estat de marxa
B3:0/10	E_STOP	BOOL	Estat de STOP
	XMAN	BOOL	Senyal d'entrada digital selector manual/automàtic
	XRESET	BOOL	Senyal d'entrada digital reset
	XSTART	BOOL	Senyal d'entrada digital marxa
	XSTOP	BOOL	Senyal d'entrada digital stop
	YLED_PIECE	BOOL	Senyal de sortida llum alarma falten peces
	YLED_RESET	BOOL	Senyal de sortida llum botó de reset
B3:0/11	C_RESET_LED	BOOL	
B3:2/0	E_REM	BOOL	CONTROL REMOT
B3:2/1	E_START_AUT	BOOL	START AUTOMATIC
B3:2/3	E_IC	BOOL	CONDICIONS INICIALS
B3:2/4	E_BODY OK	BOOL	POSICIO BASE OK
B3:2/5	E_BODY NOK	BOOL	POSICIO BASE NOK

	Senyals de Camp											
	F201_SIS		F202_SIS		F203_SIS		F204_SIS		F207_SIS		F208_SIS	
	E	S	E2	S3	E4	S5	E6	S7	E8	S9	E10	S11
XMAN	I:0/2		I:0/2		I:0/2		I:0/2		I:0/2		I:0/2	
XRESET	I:0/3		I:0/3		I:0/3		I:0/3		I:0/3		I:0/3	
XSTART	I:0/0		I:0/0		I:0/0		I:0/0		I:0/0		I:0/0	
XSTOP	I:0/1		I:0/1		I:0/1		I:0/1		I:0/1		I:0/1	
YLED_PIECE		O:0/4				O:0/6				O:0/5		
YLED_RESET		O:0/0		O:0/0		O:0/0		O:0/0		O:0/0		O:0/0

NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

Mapeig CYS2

CYS2				F201_CY01, F202_CY02, F204_CY04, F208_CY01, F208_CY03				F208_CY01		F208_CY03	
								X=0		X=1	
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	PLC			SCADA				
				E	E/S	S	E	E/S	S		
B9:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde SCADA	1						1	
B9:X/1	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1				
B9:X/2	E_FCO	BOOL	Estat final de cursa obert			1	1				
B9:X/3	E_FCT	BOOL	Estat final de cursa tancat			1	1				
B9:X/4	C_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir			1	1				
	XFCO	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa obert	1							
	XFCT	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa tancat	1							
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida obrir			1					
B9:X/5	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde PLC								

Senyals de Camp									
F201_CY01		F202_CY02		F204_CY04		F208_CY01		F208_CY03	
E	S	E2	S3	E4	S5	E6	S7	E8	S9
XFCO	I:0/5		I:0/7		I:0/6		I:0/5		I:0/12
XFCT	I:0/4		I:0/6		I:0/7		I:0/4		I:0/11
YOPEN		O:0/1		O:0/3		O:0/5		O:0/1	O:0/7

Mapeig CYS1

CYS1				F201_CY02, F201_CY03, F203_CY01, F207_CY02, F207_CY03				F201_CY02		F201_CY03		F207_CY02		F207_CY03	
								X=0		X=1		X=0		X=1	
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	PLC			SCADA								
				E	E/S	S	E	E/S	S						
B10:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde SCADA	1						1					
B10:X/1	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1								
B10:X/2	E_FCO	BOOL	Estat final de cursa obert			1	1								
B10:X/3	C_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir			1	1								
	XFCO	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa obert	1											
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida obrir			1									
B10:X/4	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde PLC												

Senyals de Camp									
F201_CY02		F201_CY03		F203_CY01		F207_CY02		F207_CY03	
E	S	E2	S3	E4	S5	E6	S7	E8	S9
XFCO	I:0/6		I:0/7		I:0/4		I:0/4		I:0/5
YOPEN		O:0/2		O:0/3		O:0/1		O:0/2	O:0/3

Mapeig CYSO

CYSO				PLC			SCADA		
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S
B11:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde SCADA	1					1
B11:X/1	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1		
B11:X/2	C_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir			1	1		
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida obrir			1			
B11:X/3	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde PLC						

F202_CY03	FCINTA_CY01	F204_CY02	F204_CY03	FCINTA_CY02	FCINTA_CY03	F207_CY01	F207_CY04
X=0	X=1	X=0	X=1	X=2	X=3	X=0	X=1

Senyals de Camp									
F202_CY03		F204_CY02		F204_CY03		F207_CY01		F207_CY04	
E	S	E 2	S 3	E 4	S 5	E 6	S 7	E 8	S 9
	O:0/6		O:0/3		O:0/4		O:0/1		O:0/4

Senyals de Camp									
F207_CY04		FCINTA_CY01		FCINTA_CY02		FCINTA_CY03		FCINTA_CY04	
E 8	S 9	E 82	S 93	E 83	S 94	E 84	S 95	E 85	S 96
	O:0/4		O:0/7		O:0/9		O:0/10		O:0/10

Mapeig CYD2

CYD2				F202_CY01, F204_CY01, F208_CY02					
				PLC			SCADA		
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S
B12:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir des de SCADA	1					1
B12:X/1	CSCA_CLOSE	BOOL	Ordre de tancar des de SCADA	1					1
B12:X/2	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1		
B12:X/3	E_FCO	BOOL	Estat final de cursa obert			1	1		
B12:X/4	E_FCT	BOOL	Estat final de cursa tancat			1	1		
B12:X/5	C_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir			1	1		
B12:X/6	C_CLOSE	BOOL	Ordre de tancar			1	1		
	XFCO	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa obert	1					
	XFCT	BOOL	Senyal d'entrada final de cursa tancat	1					
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida obrir			1			
	YCLOSE	BOOL	Senyal de sortida tancar			1			
B12:X/7	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir desde PLC						
B12:X/8	CPLC_CLOSE	BOOL	Ordre de tancar desde PLC						

Senyals de Camp						
F202_CY01		F204_CY01		F208_CY02		
E	S	E 2	S 3	E 4	S 5	
XFCO	I:0/5	I:0/5		I:0/10		
XFCT	I:0/4	I:0/4		I:0/9		
YOPEN		O:0/1	O:0/1		O:0/5	
YCLOSE		O:0/2	O:0/2		O:0/6	

Mapeig SC

SC				F202_VS01, F208_VS01, F208_VS02					
				PLC			SCADA		
MAPIEG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S
B13:X/0	CSCA_TAKE	BOOL	Ordre d'agafar des de SCADA	1					1
B13:X/1	CSCA_LEAVE	BOOL	Ordre de deixar des de SCADA	1					1
B13:X/2	C_TAKE	BOOL	Ordre agafar			1	1		
B13:X/3	E_ALARM	BOOL	Estat alarma			1	1		
B13:X/4	C_LEAVE	BOOL	Ordre deixar			1	1		
B13:X/5	E_OK	BOOL	Estat OK			1	1		
	XOK	BOOL	Senyal d'entrada ventosa OK	1					
	YTAKE	BOOL	Senyal de sortida agafar			1			
	YLEAVE	BOOL	Senyal de sortida deixar			1			
B13:X/6	CPLC_TAKE	BOOL	Ordre d'agafar des de PLC						
B13:X/7	CPLC_LEAVE	BOOL	Ordre de deixar des de PLC						

F208_VS01 F208_VS02

X=0 X=1

Senyals de Camp						
F202_VS01		F208_VS01		F208_VS02		
E	S	E 2	S 3	E 4	S 5	
XOK	I:0/8		I:0/8		I:0/13	
YTAKE		O:0/4		O:0/3		O:0/8
YLEAVE		O:0/5		O:0/4		O:0/9

Mapeig RA2D

RA2D				F204_RA01, F208_RA01					
				PLC			SCADA		
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S
B14:X/0	CSCA_AHEAD	BOOL	Ordre endavant des de SCADA	1					1
B14:X/1	E_ALARM	BOOL	Estat alarma			1	1		
B14:X/2	C_AHEAD	BOOL	Ordre endavant			1	1		
B14:X/3	E_PEND	BOOL	Estat posició final			1	1		
B14:X/4	E_PINI	BOOL	Estat posició inicial			1	1		
	XPEND	BOOL	Senyal d'entrada posició final	1					
	XPINI	BOOL	Senyal d'entrada posició inicial	1					
	YAHEAD	BOOL	Senyal de sortida endavant (mantenir a 1)			1			
B14:X/5	CPLC_AHEAD	BOOL	Ordre endavant des de PLC						

Senyals de Camp			
F204_RA01		F208_RA01	
E	S	E 2	S 3
XPEND	I:0/9	I:0/7	
XPINI	I:0/8	I:0/6	
YAHEAD	O:0/6		O:0/2

Mapeig RA3D

RA3D				F203_RA01					
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	PLC			SCADA		
				E	E/S	S	E	E/S	S
B15:X/0	CSCA_AHEAD	BOOL	Ordre d'endavant des de SCADA	1					1
B15:X/1	CSCA_BEHIND	BOOL	Ordre d'enrere des de SCADA	1					1
B15:X/2	E_ALARM	BOOL	Estat alarma			1	1		
B15:X/3	C_AHEAD	BOOL	Ordre endavant			1	1		
B15:X/4	C_BEHIND	BOOL	Ordre enrere			1	1		
B15:X/5	E_MIDDLE	BOOL	Estat en posició mitja			1	1		
B15:X/6	E_PEND	BOOL	Estat en posició final			1	1		
B15:X/7	E_PINI	BOOL	Estat en posició inicial			1	1		
	XPEND	BOOL	Senyal d'entrada posició final	1					
	XPINI	BOOL	Senyal d'entrada posició inicial	1					
	XPMIDDLE	BOOL	Senyal d'entrada posició mitja	1					
	YAHEAD	BOOL	Senyal de sortida endavant			1			
	YBEHIND	BOOL	Senyal de sortida enrere			1			
B15:X/8	CPLC_AHEAD	BOOL	Ordre d'endavant des de PLC						
B15:X/9	CPLC_BEHIND	BOOL	Ordre d'enrere des de PLC						

Senyals de Camp	
F203_RA01	
E	S
I:0/8	
I:0/7	
I:0/6	
	O:0/2
	O:0/3

Mapeig GRAP

GRAP				F203_GP, F204_GP					
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	PLC			SCADA		
				E	E/S	S	E	E/S	S
B16:X/0	CSCA_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir des de SCADA	1					1
B16:X/1	CSCA_CLOSE	BOOL	Ordre de tancar des de SCADA	1					1
B16:X/2	E_ALARM	BOOL	Estat d'alarma			1	1		
B16:X/3	E_OPEN	BOOL	Estat obert			1	1		
B16:X/4	E_CLOSE	BOOL	Estat tancat			1	1		
	YOPEN	BOOL	Senyal de sortida d'obrir			1			
	YCLOSE	BOOL	Senyal de sortida de tancar			1			
B16:X/5	CPLC_OPEN	BOOL	Ordre d'obrir des de PLC						
B16:X/6	CPLC_CLOSE	BOOL	Ordre de tancar des de PLC						

Senyals de Camp			
F203_GP		F204_GP	
E	S	E	S
	O:0/4		O:0/7
	O:0/5		O:0/8

NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE
UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

Mapeig DET

DET	F201_IS01, F203_IS01, F204_IS01, F204_IS02, F207_IS01, F207_IS02, F208_IS01, F208_IS02, FBELT_LS01, FBELT_LS02, FBELT_LS03
------------	--

MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	PLC			SCADA		
				E	E/S	S	E	E/S	S
B17:X/0	E_DET	BOOL	Estat detectant			1	1		
	XDET	BOOL	Senyal d'entrada detecció	1					

XDET	F204_IS01 F204_IS02 FBELT_LS02 F207_IS01 F207_IS02 F208_IS01 F208_IS02 FBELT_LS03											
	X=0 X=1 X=2 X=0 X=1 X=0 X=1 X=2											
	Senyals de Camp											
	F201_IS01		F203_IS01		F204_IS01		F204_IS02		F207_IS01		F207_IS02	
	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
	I:0/8		I:0/5		I:0/9		I:0/8		I:0/6		I:0/7	

F208_IS01		F208_IS02		FCINTA_LS01		FCINTA_LS02		FCINTA_LS03	
E	S	E	S	E	S	E	S	E	S
I:0/10		I:0/9		I:0/9		I:0/10		I:0/14	

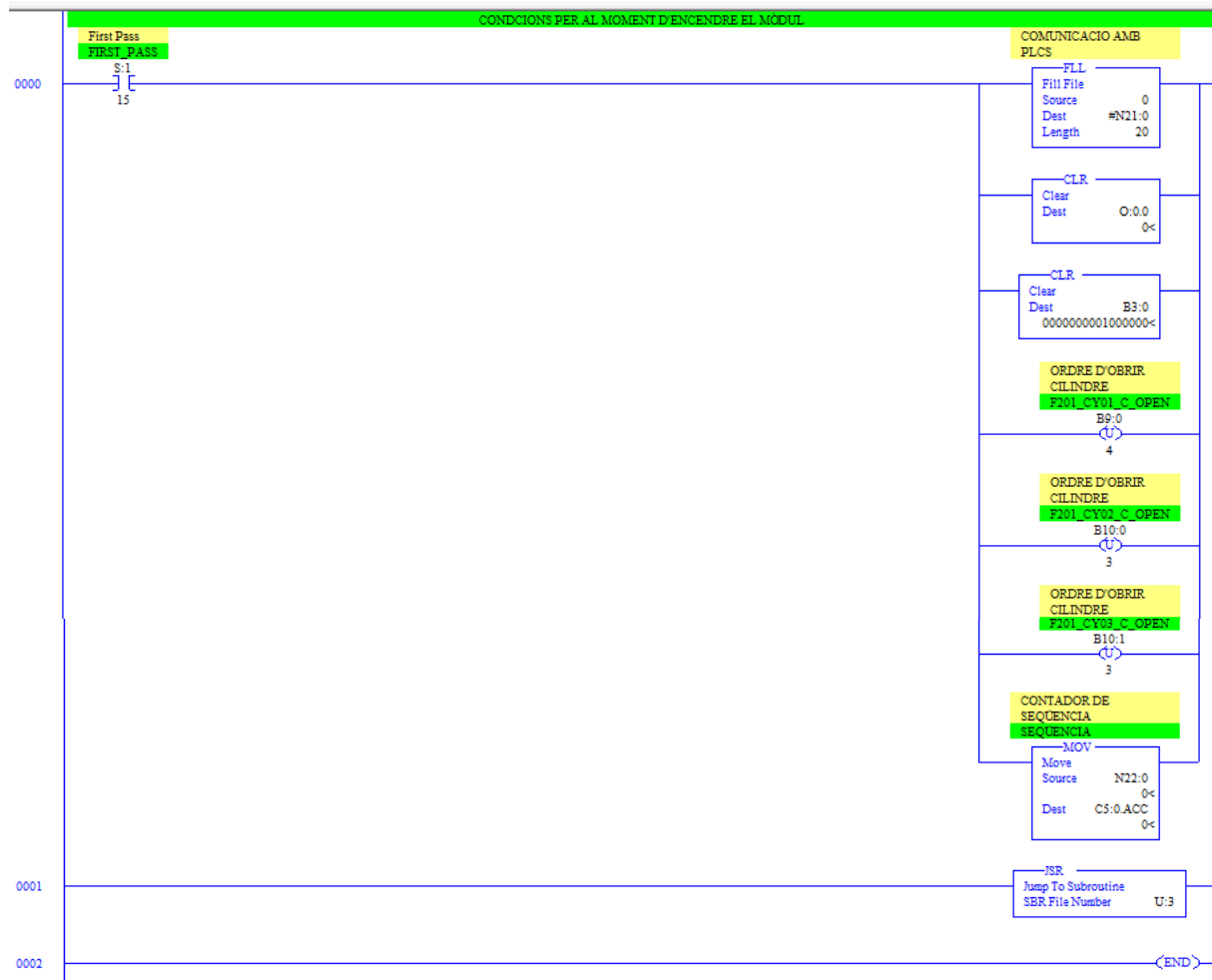
Mapeig ADET

ADET				F204_AS01							
				PLC			SCADA			Senyals de Camp	
MAPEIG	TAG	Tipus	DESCRIPCIÓ	E	E/S	S	E	E/S	S	F204_AS01	
N18:X/0	MINS	REAL	Mesura			1	1			E	S
	XMINS	REAL	Senyal de mesura	1						I:0.4	

ANNEX II. PROGRAMA PLC

Programació FAS 201

LAD 2-INITIALIZE

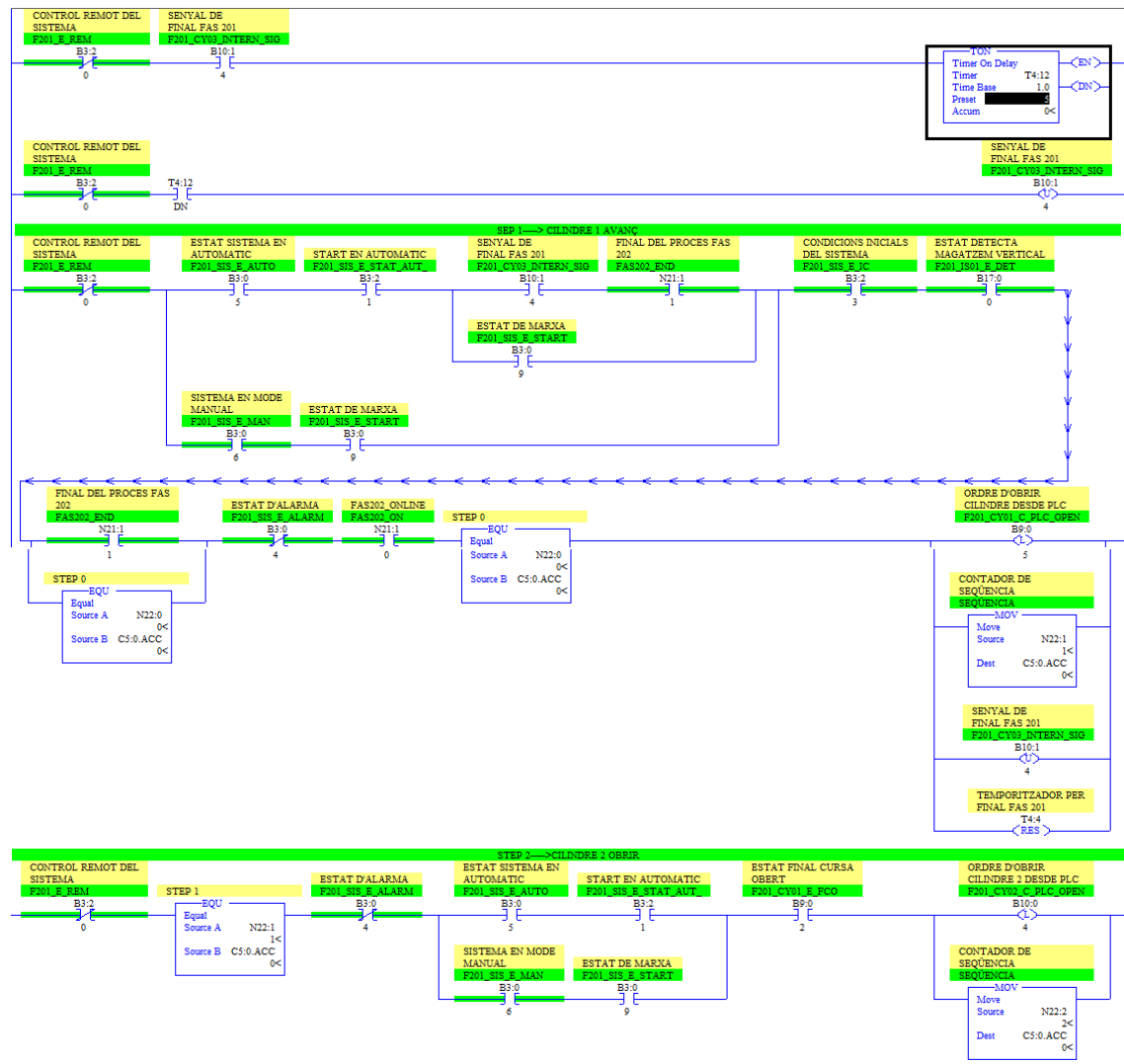


*NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE
UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ*

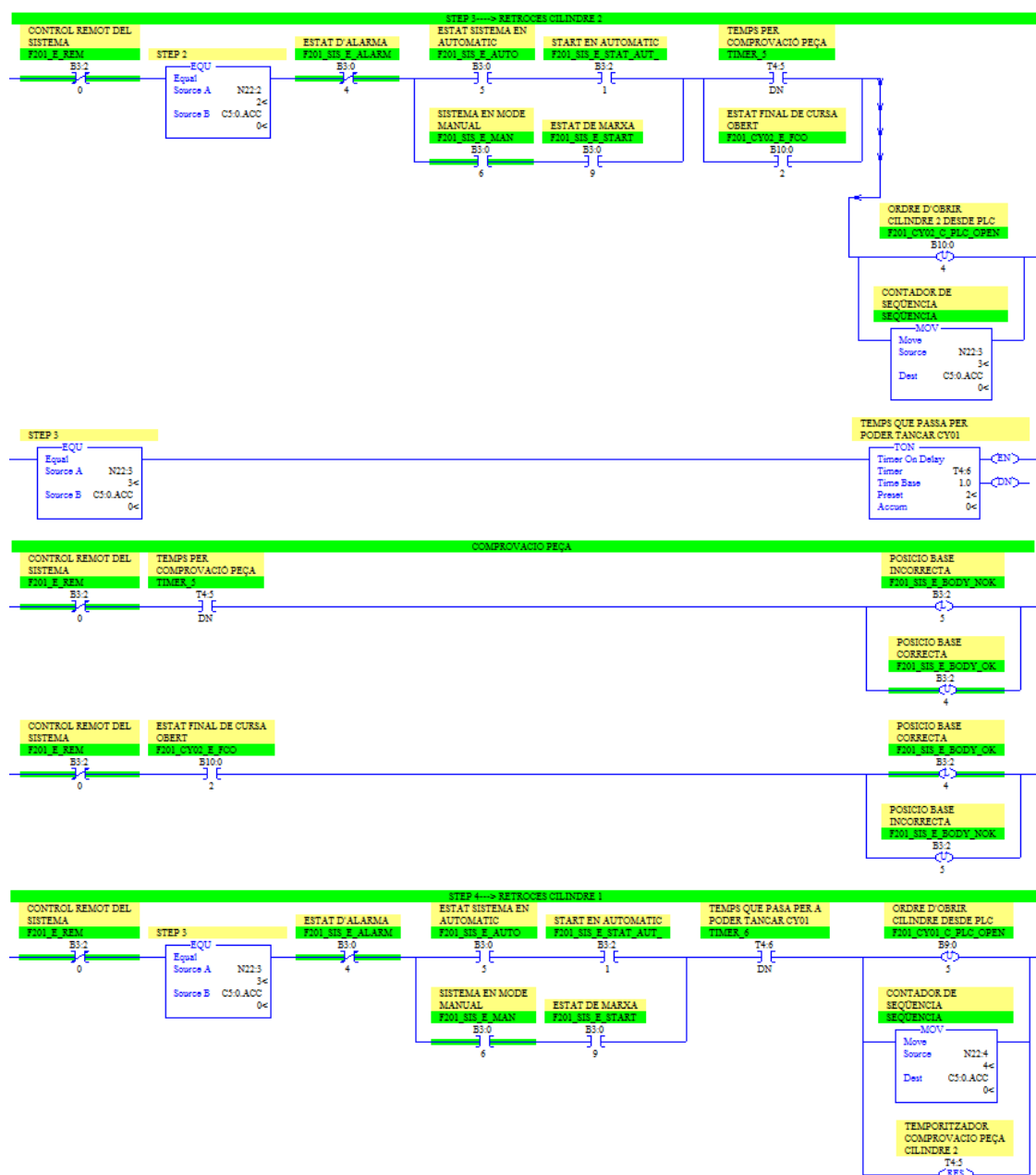
LAD 3-MAIN

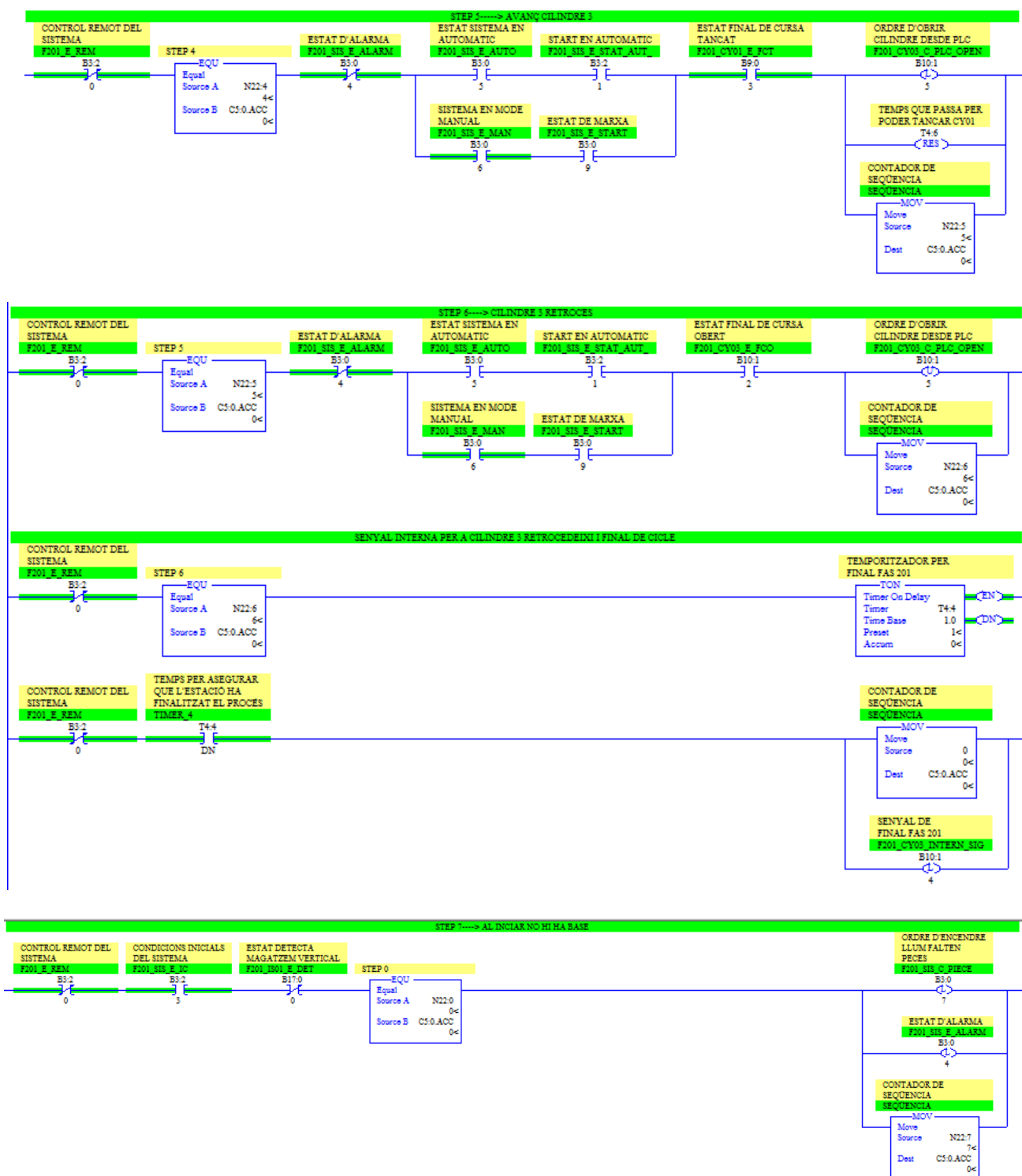


LAD 4-SFC

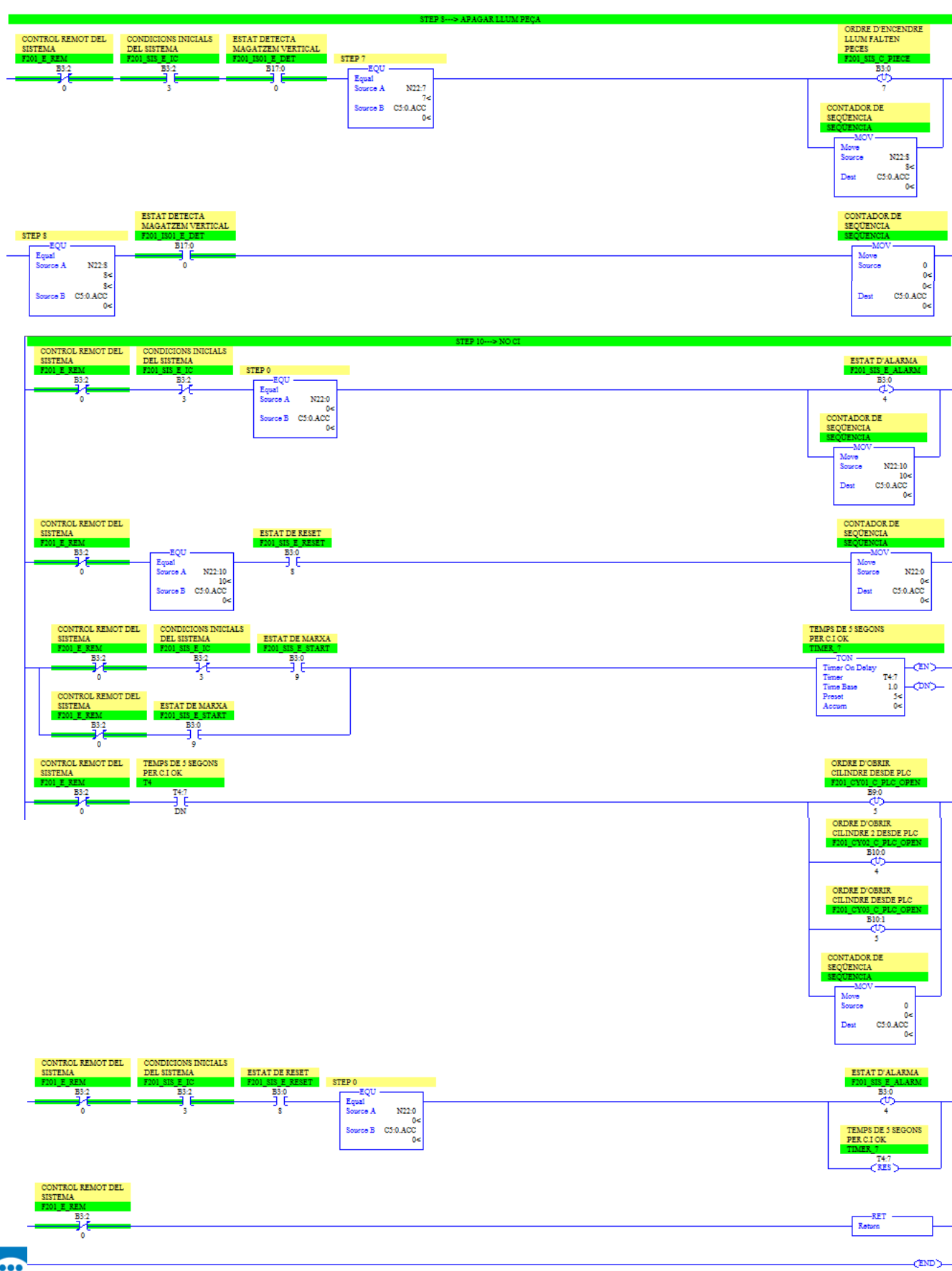


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

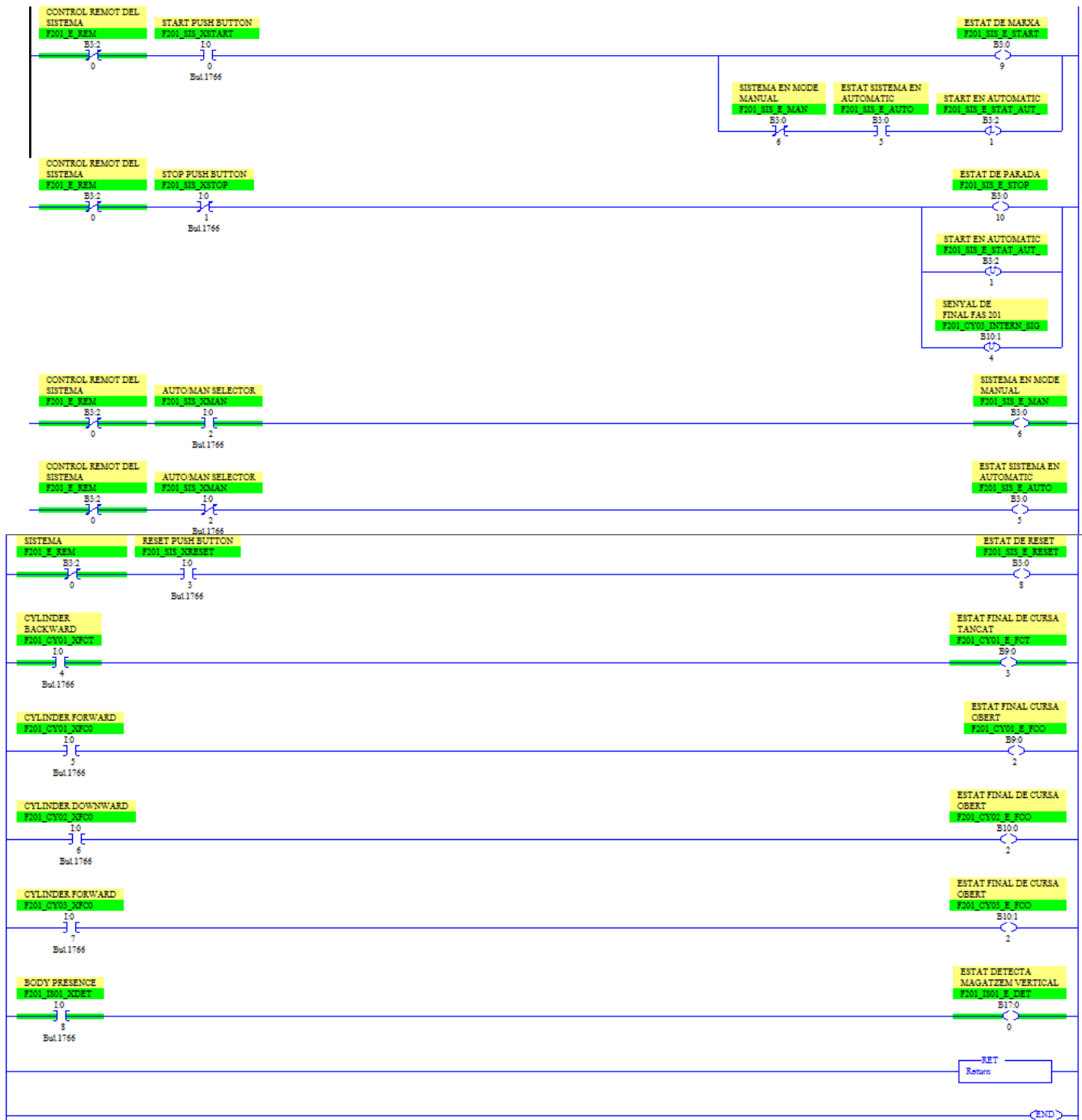




NORMALITZACIÓ I ESTANDARITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

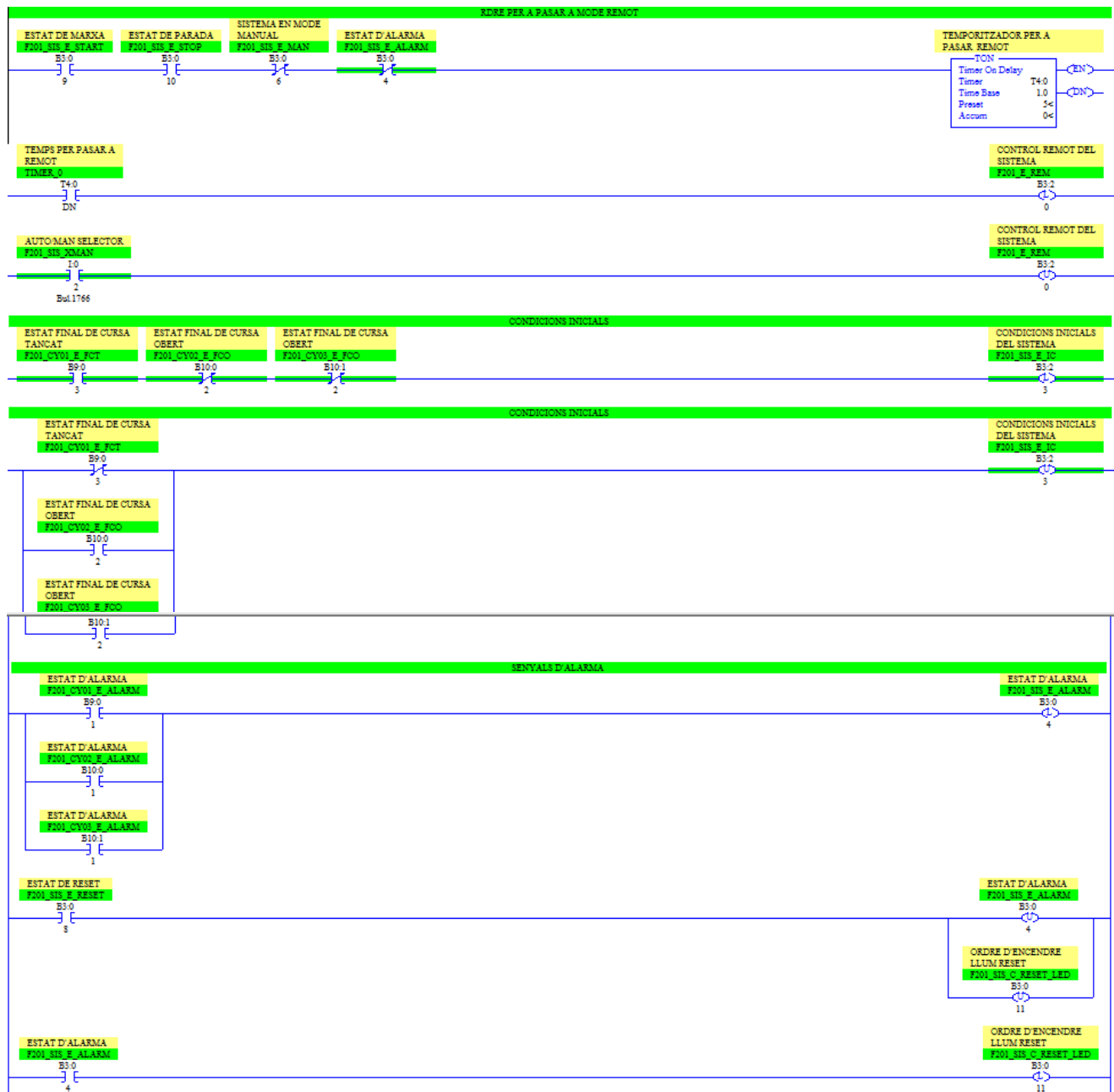


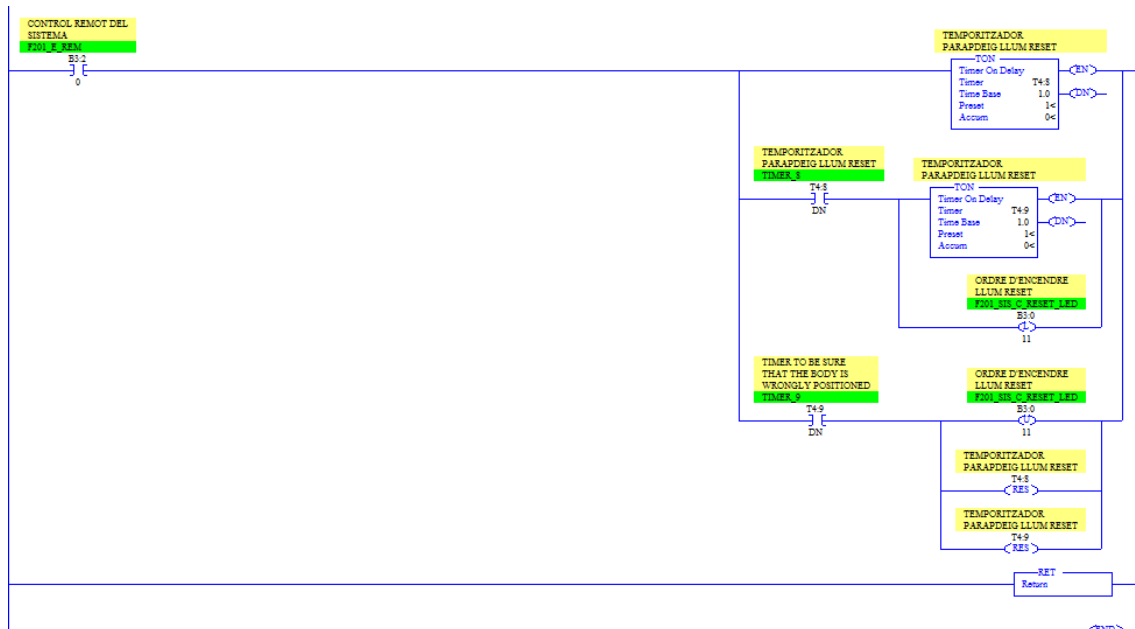
LAD 5-INPUTS



NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

LAD 6-SYSTEM

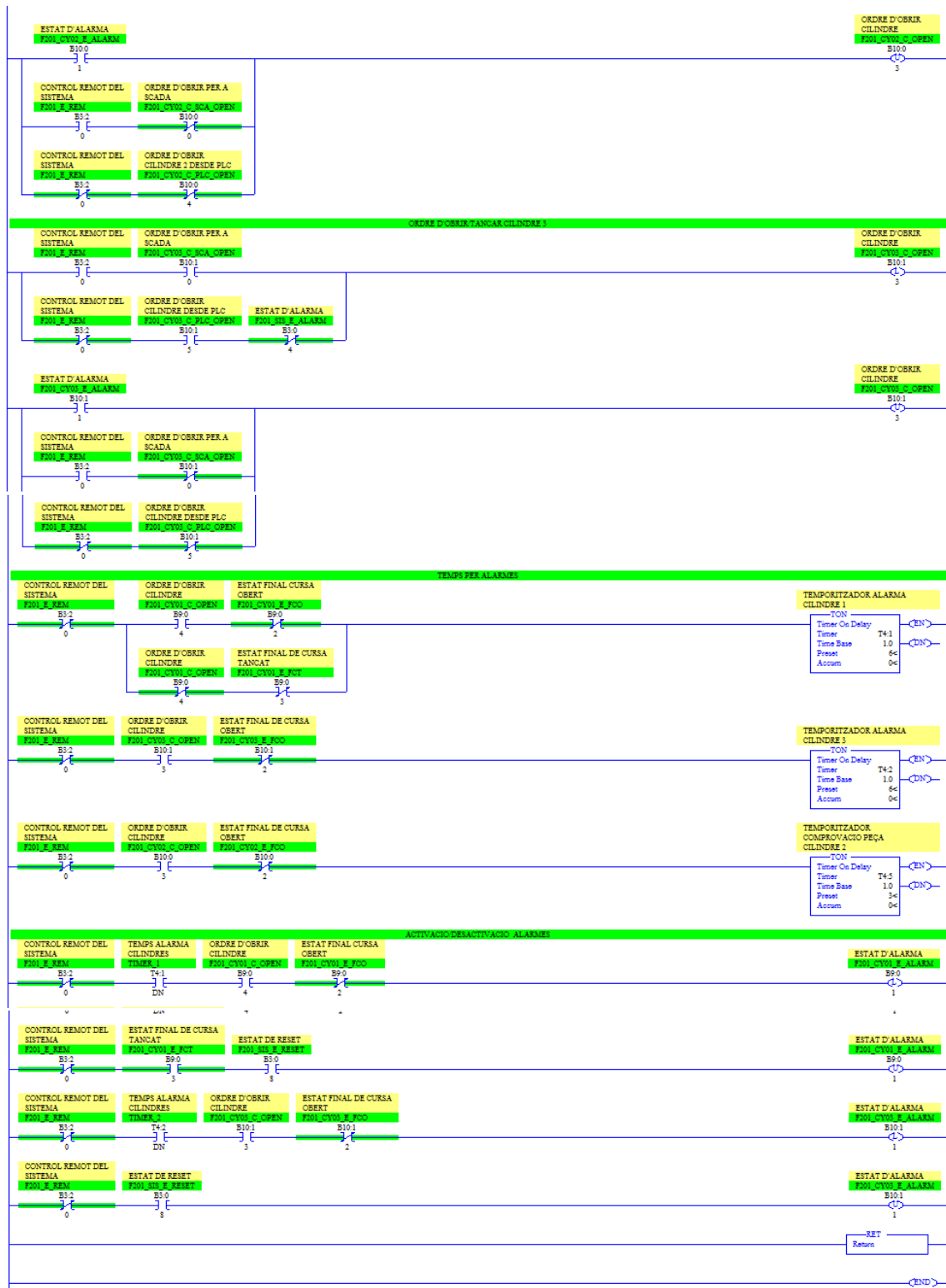




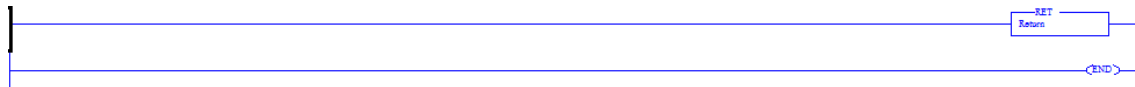
LAD 7-CYLINDERS



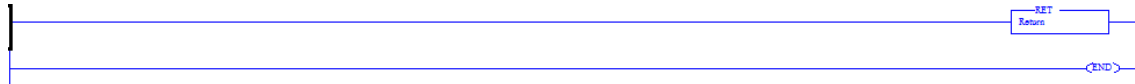
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



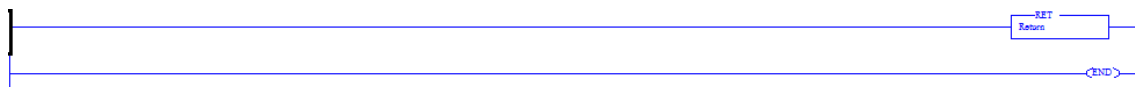
LAD 8- SC



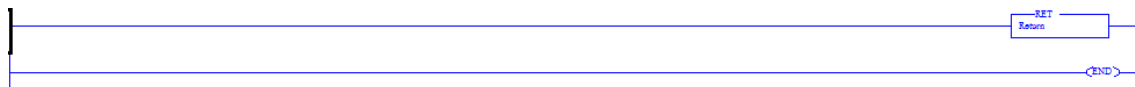
LAD 9-RA



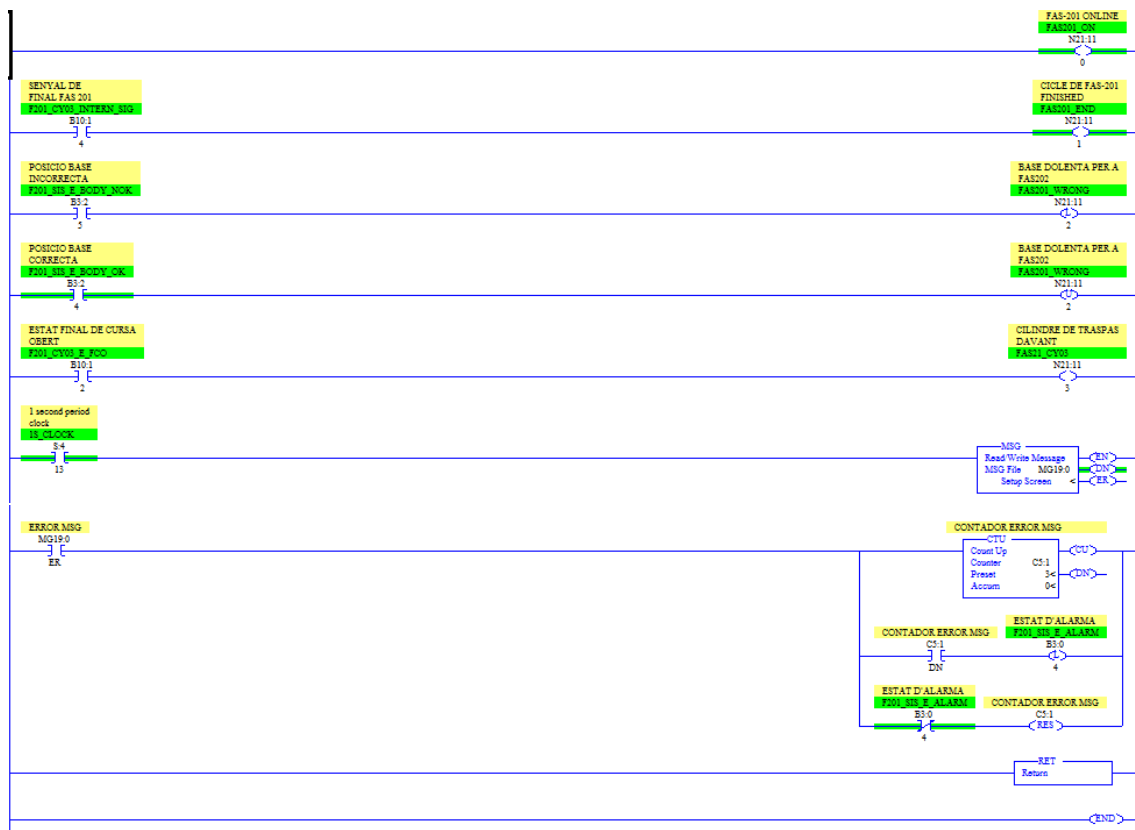
LAD 10- GRAP



LAD 11- DET



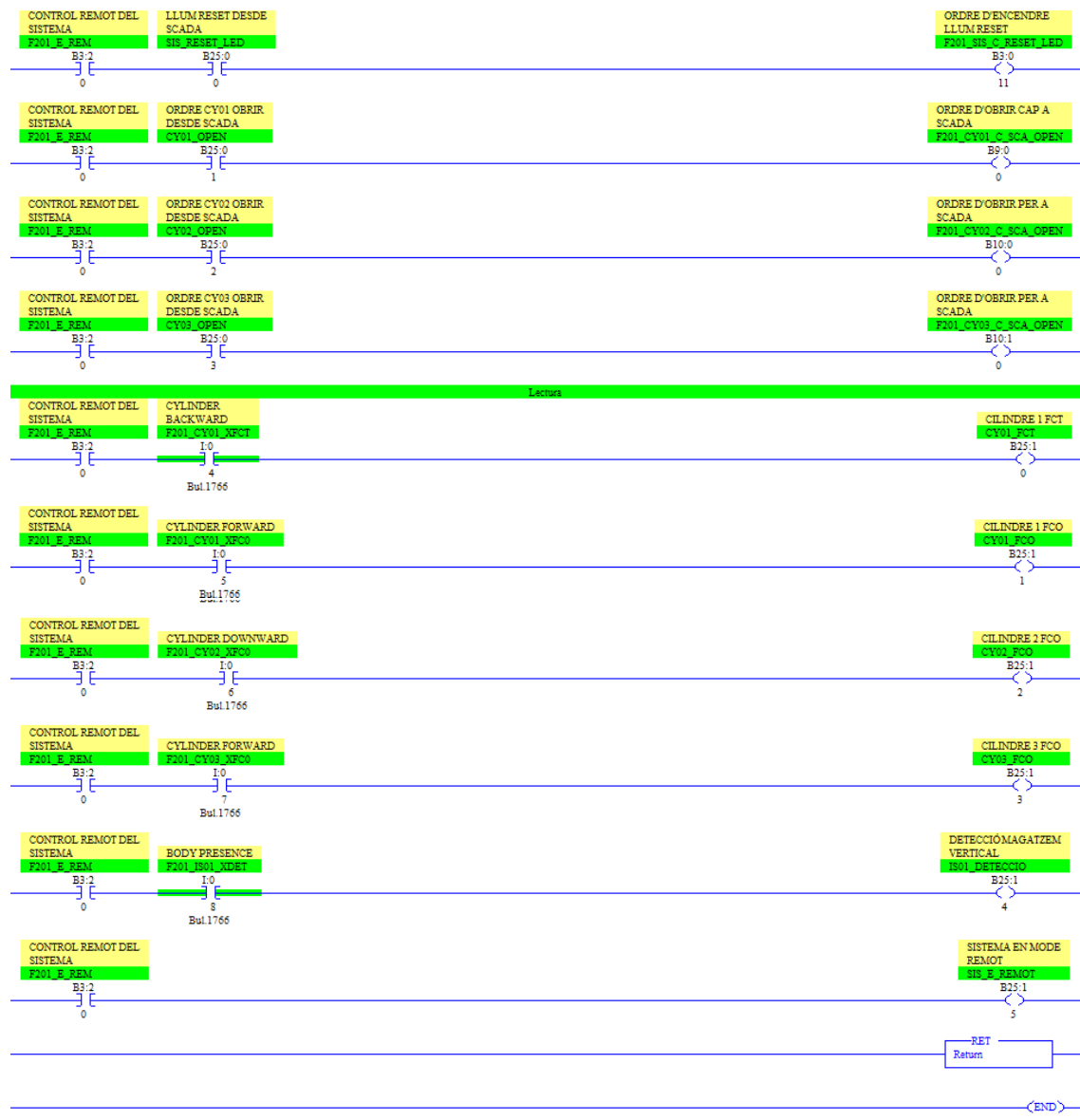
LAD 12- COMMS



LAD 13-OUTPUTS

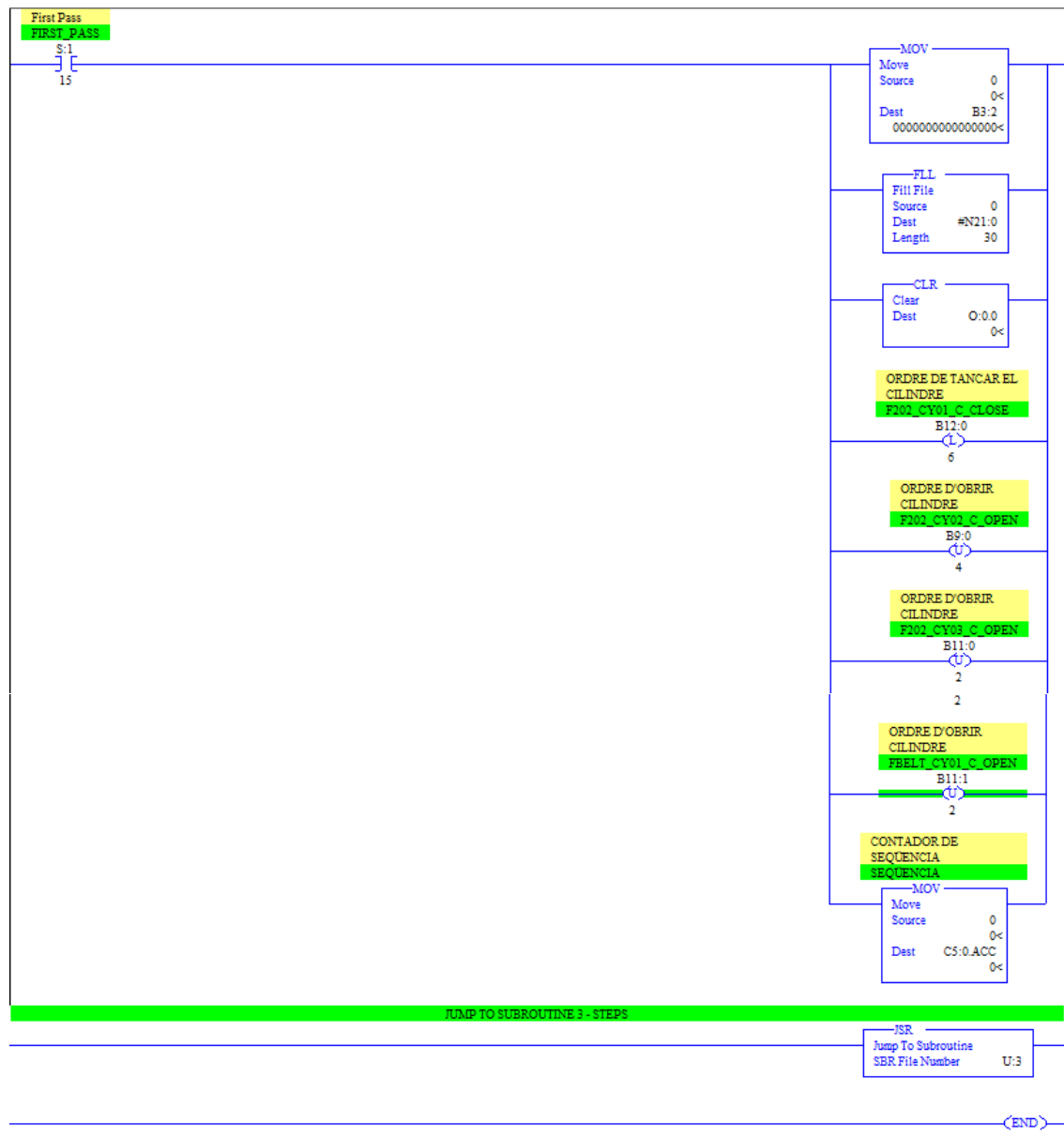


LAD 14-SCADA



Programació FAS 202

LAD 2-INITIALIZE

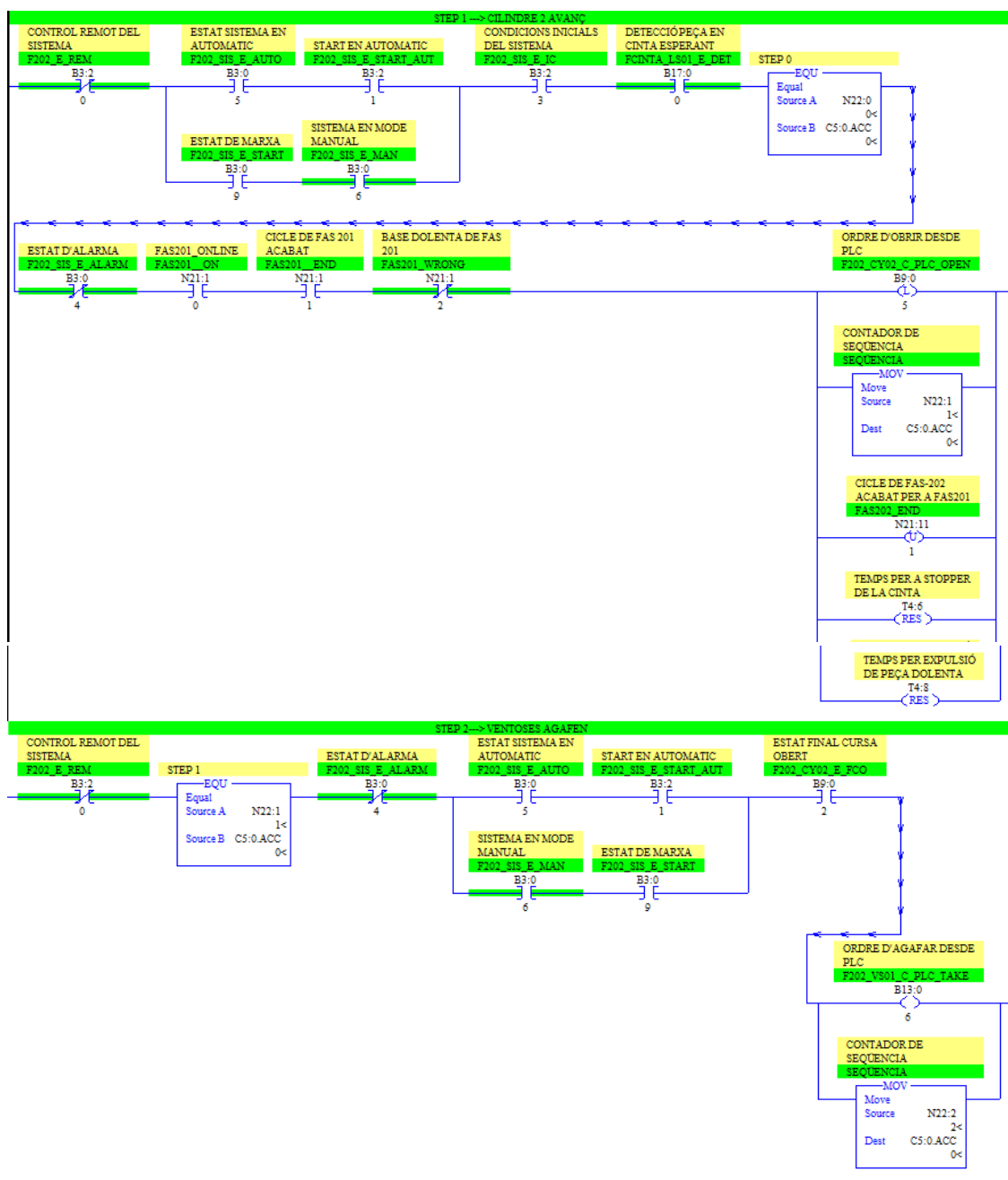


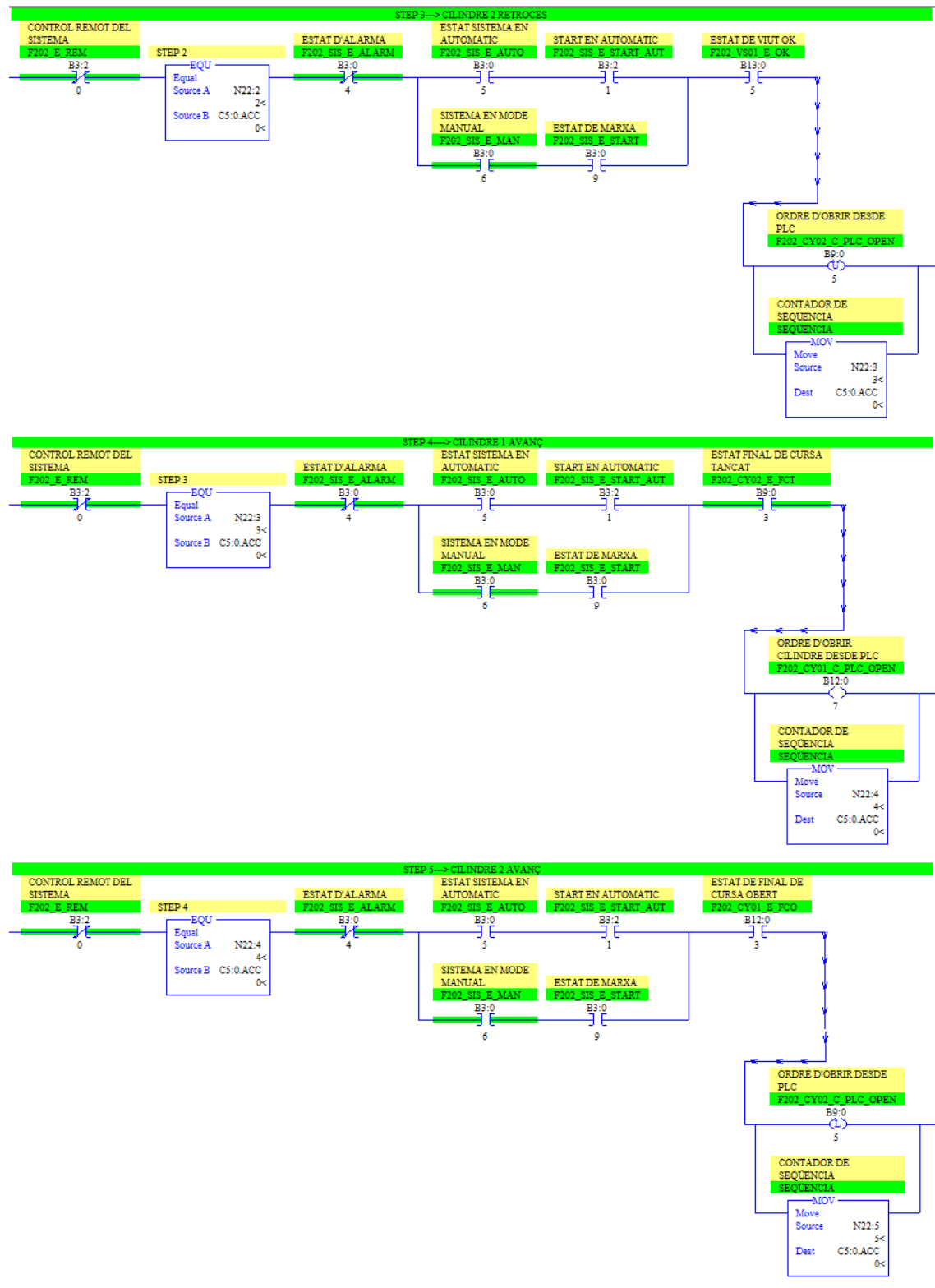
LAD 3-MAIN



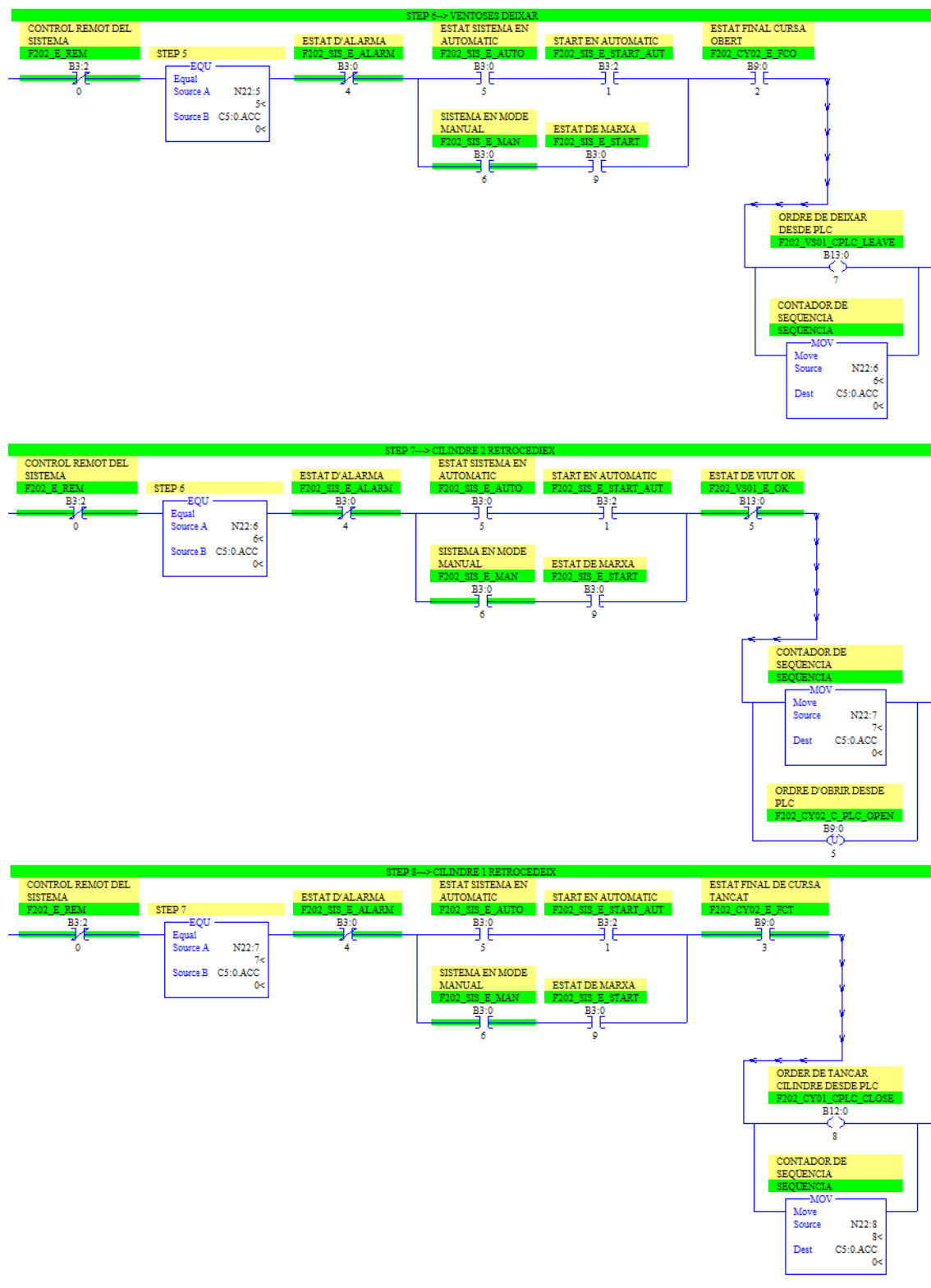
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

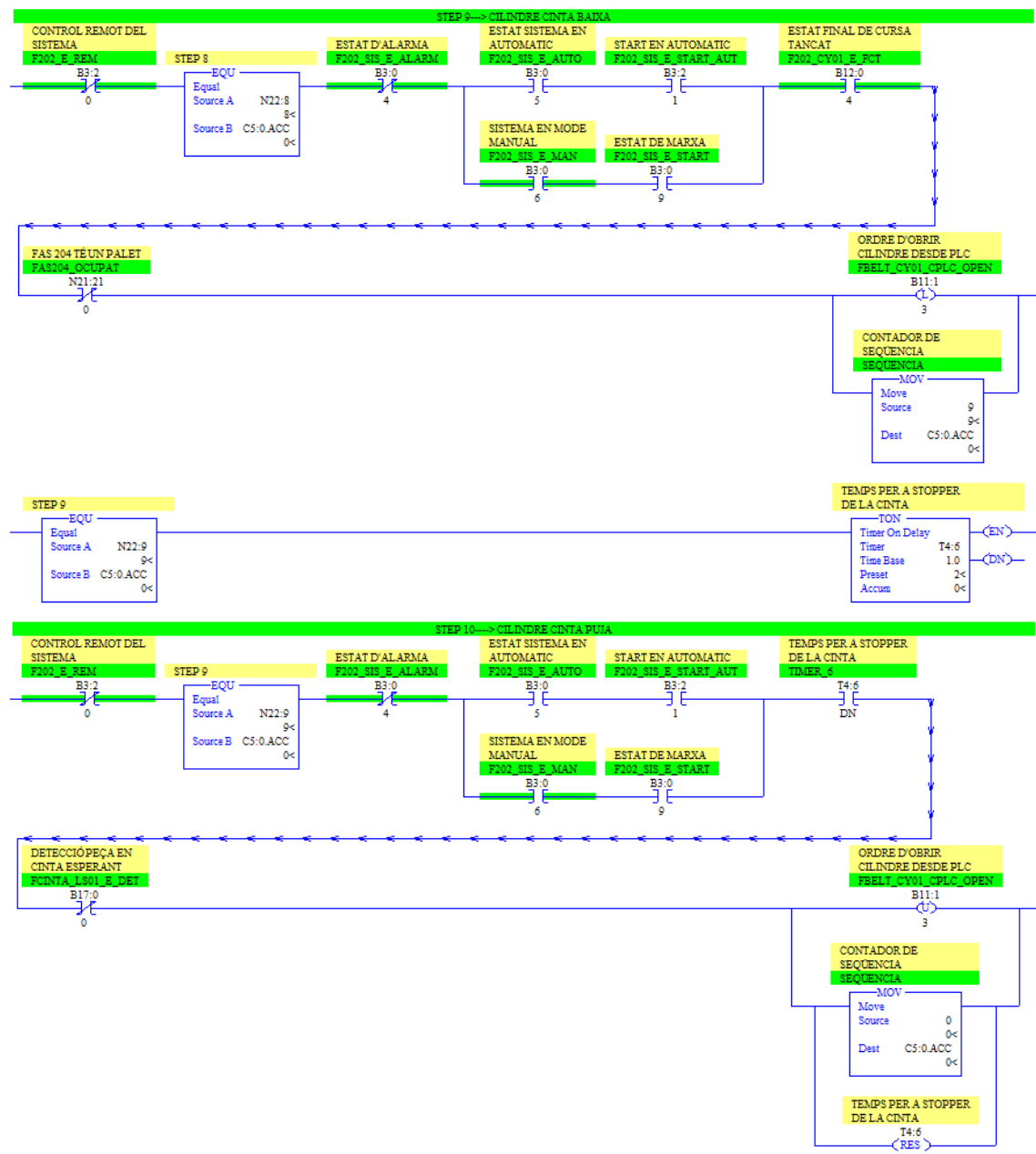
LAD 4-SFC



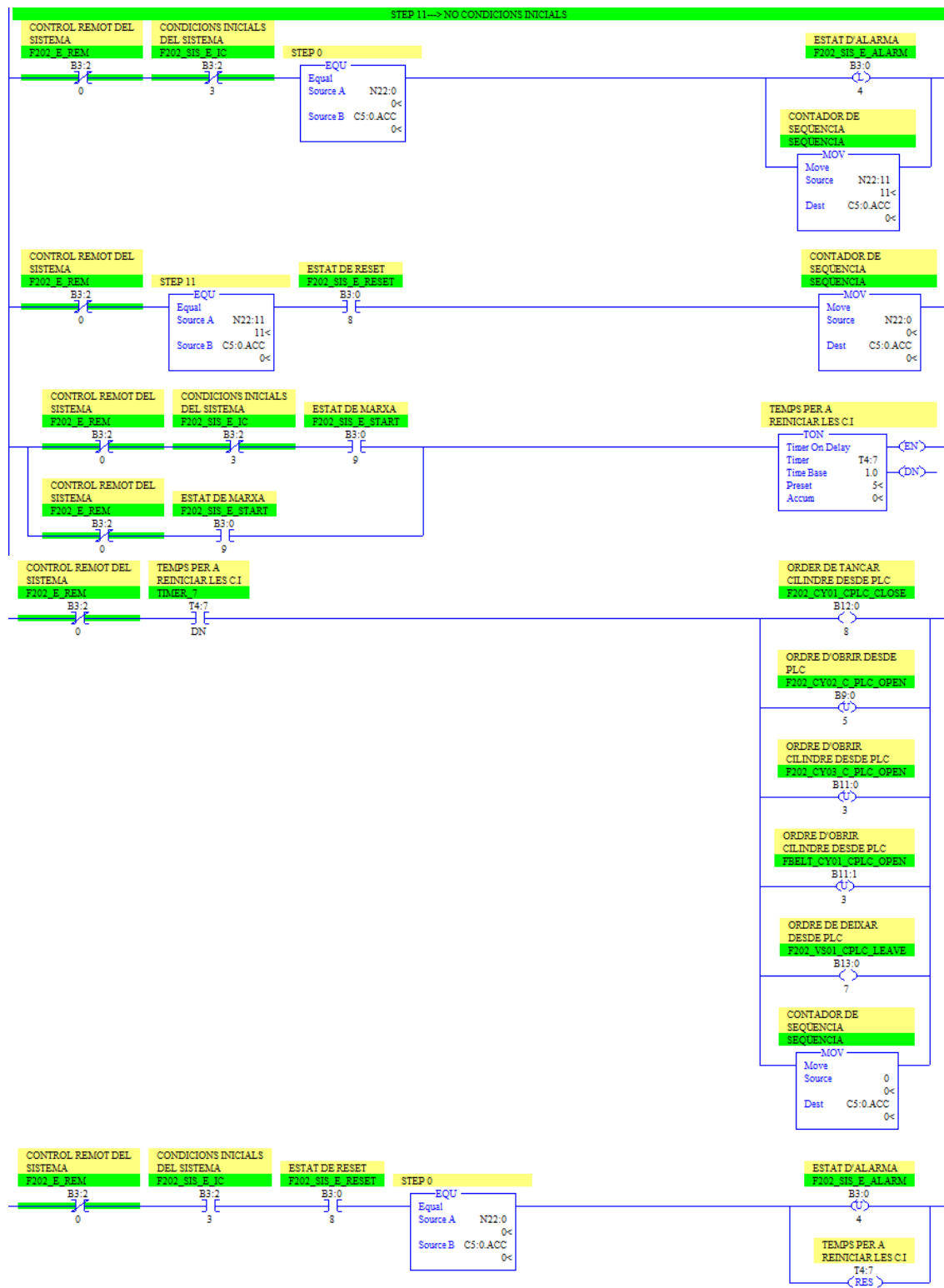


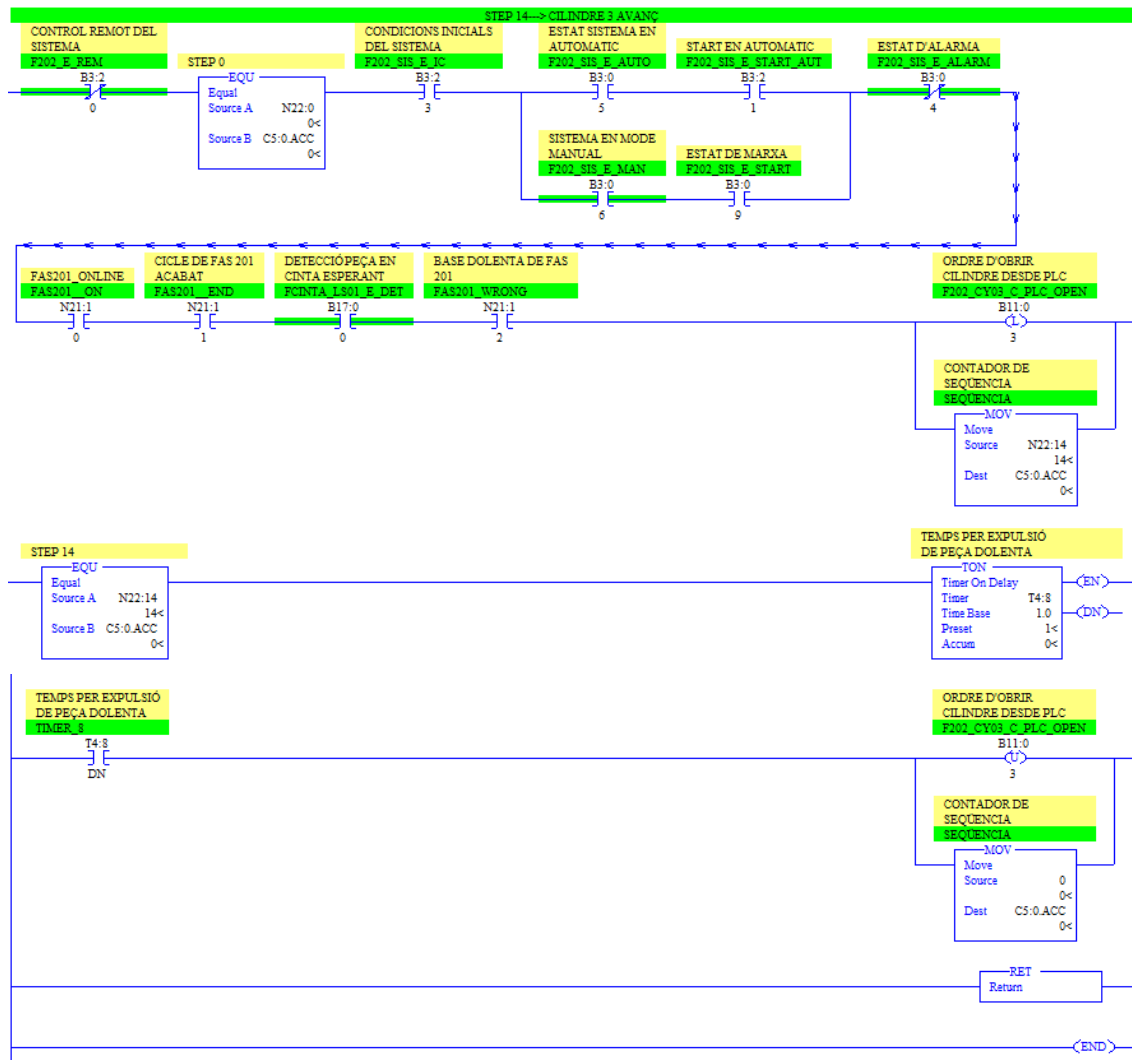
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ





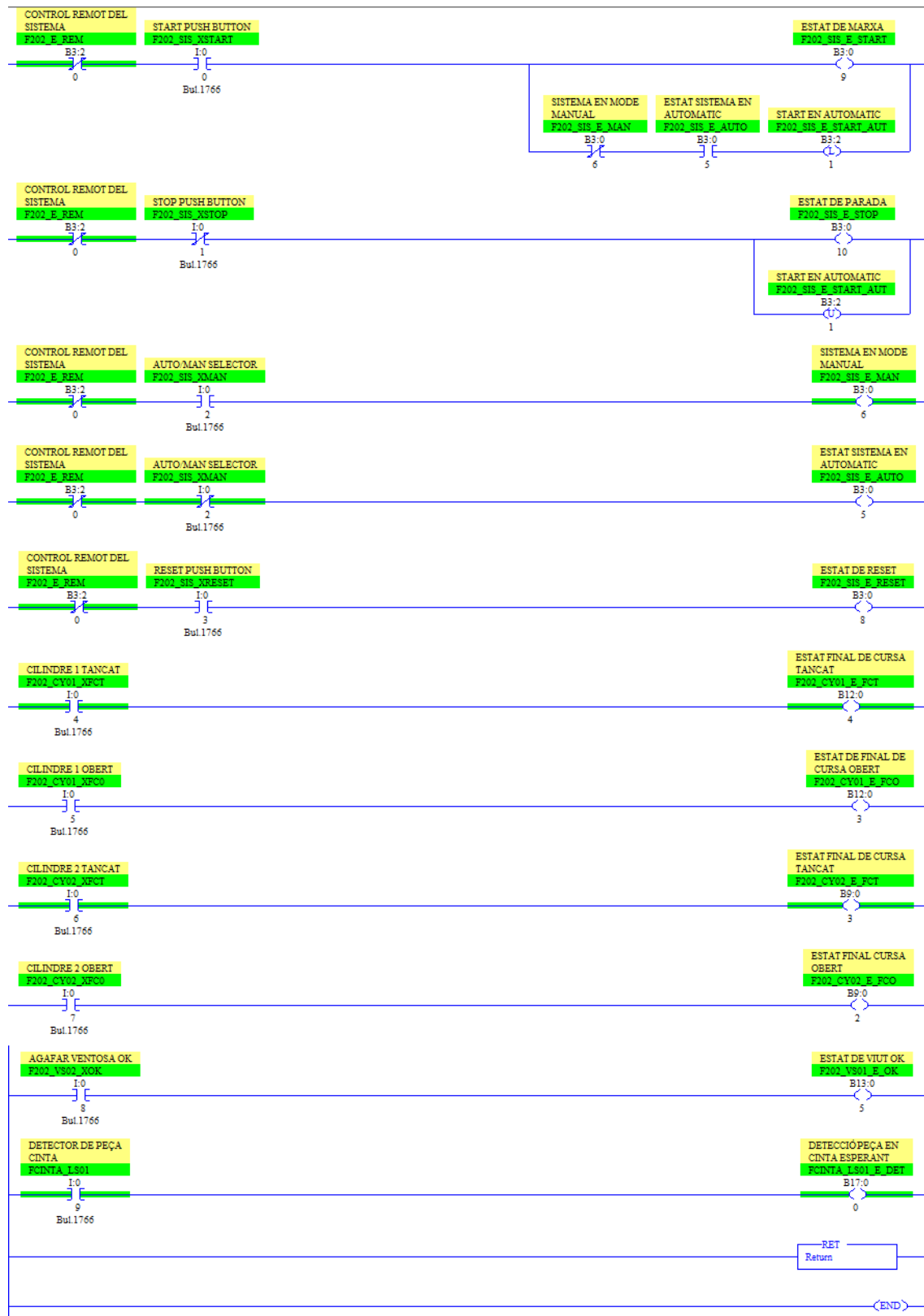
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



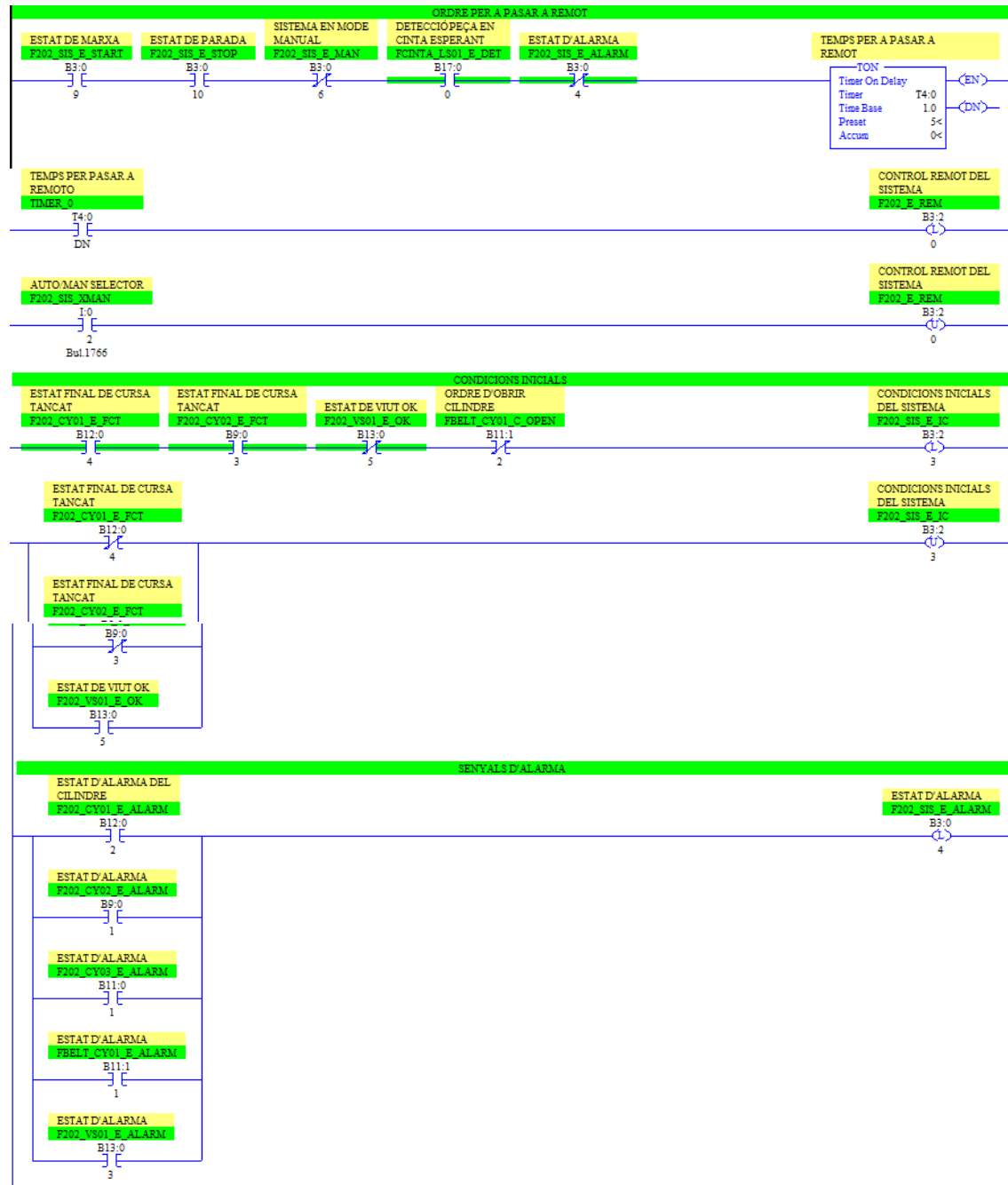


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

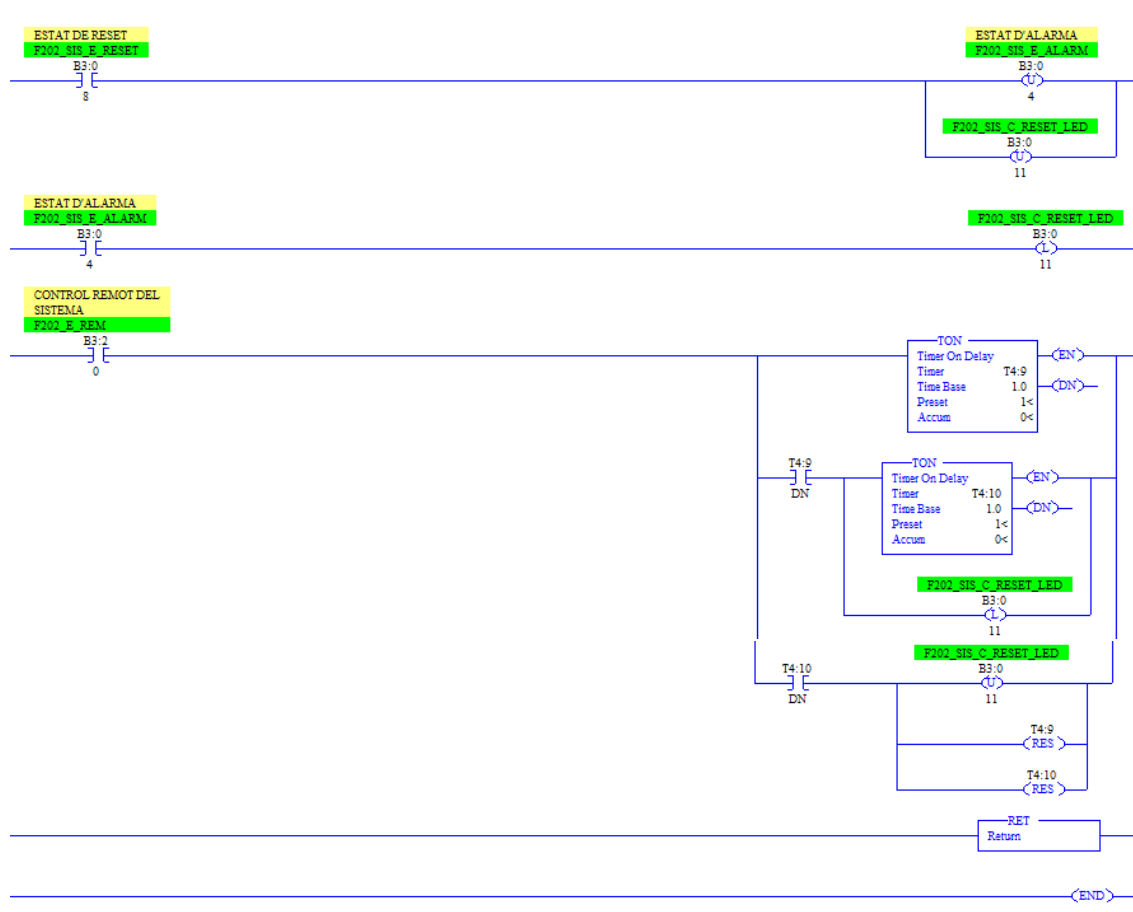
LAD 5-INPUTS



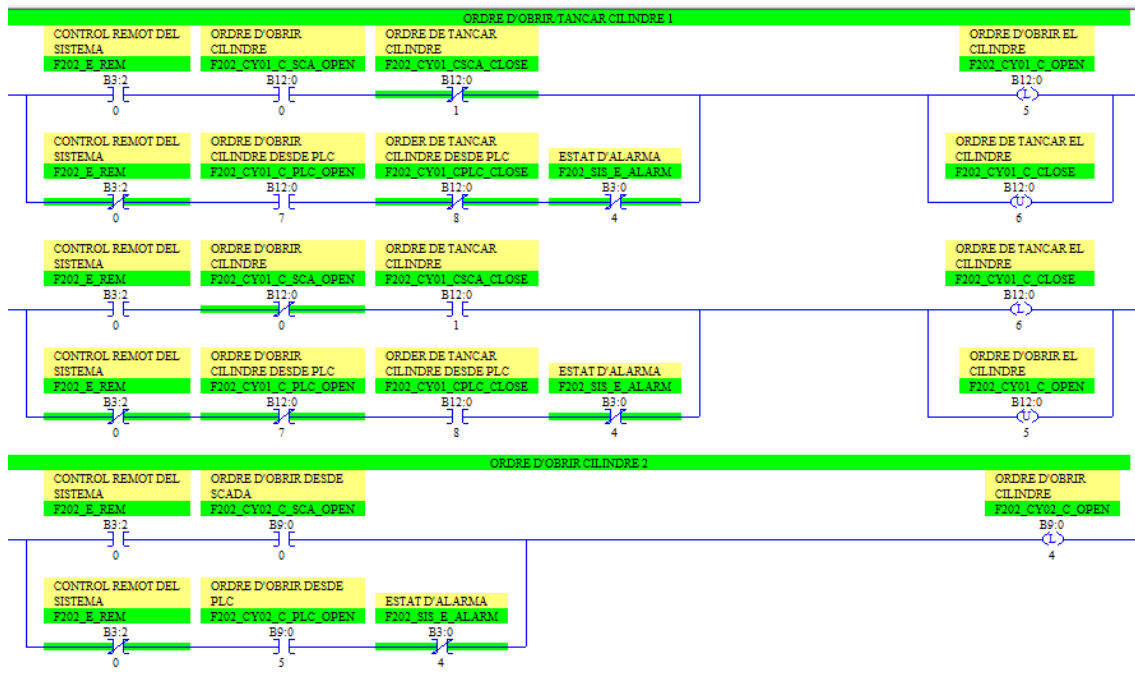
LAD 6-SYSTEM



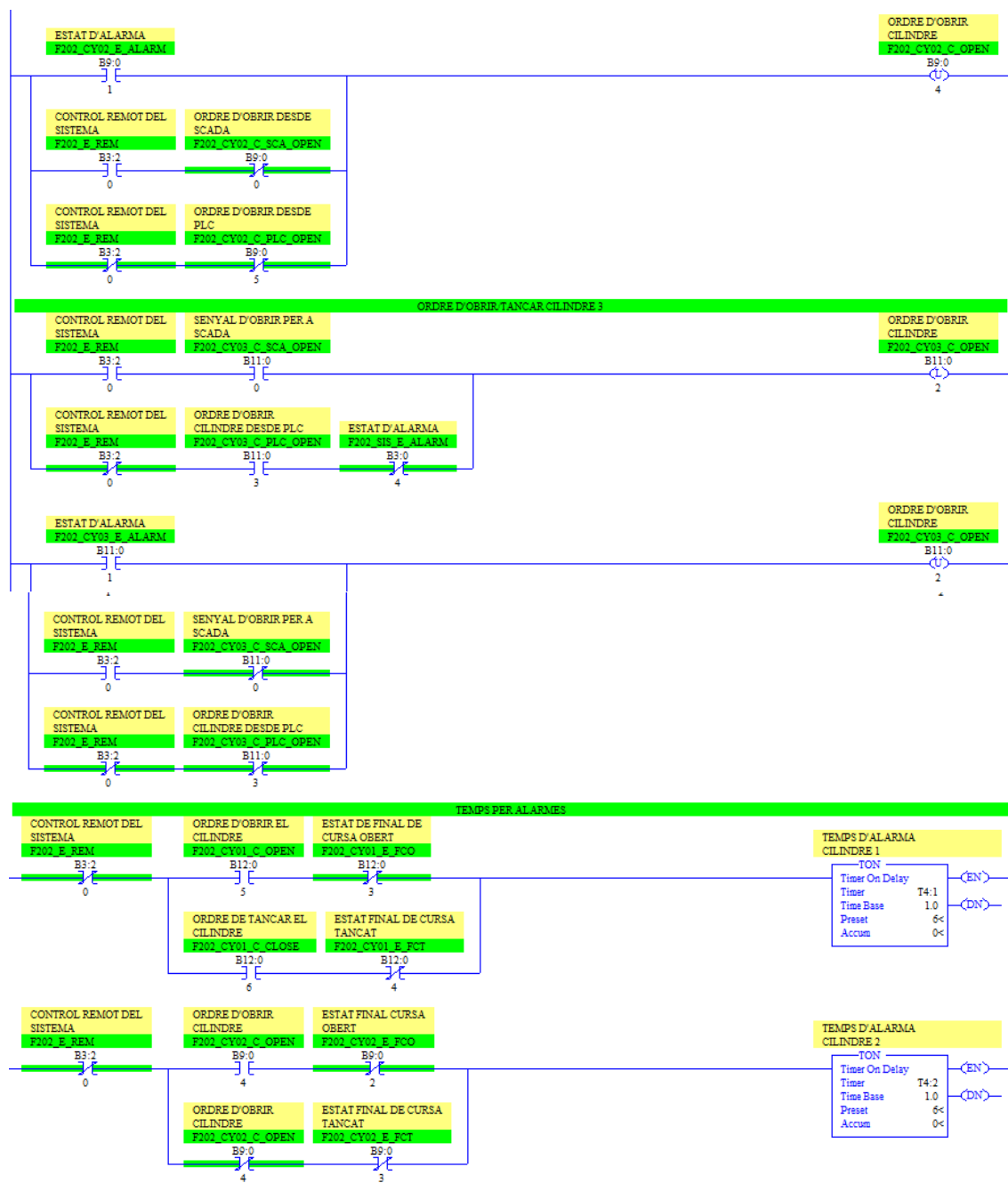
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

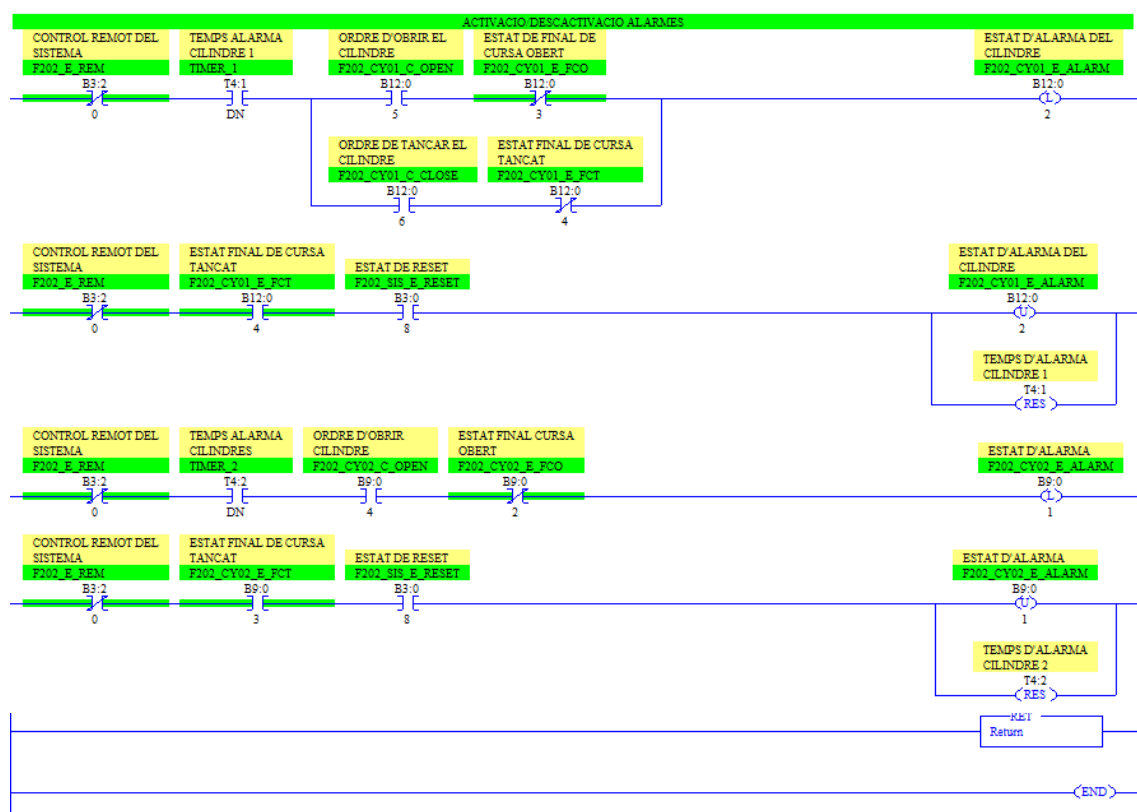


LAD 7-CYLINDERS

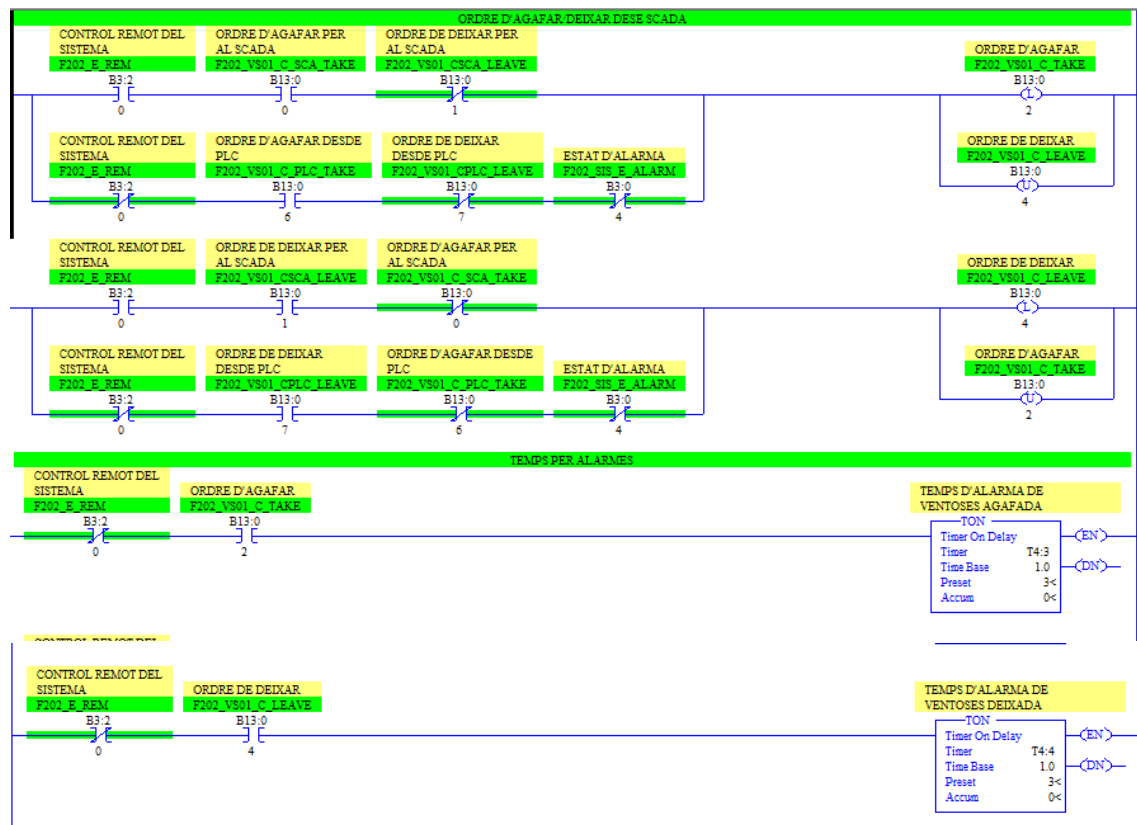


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

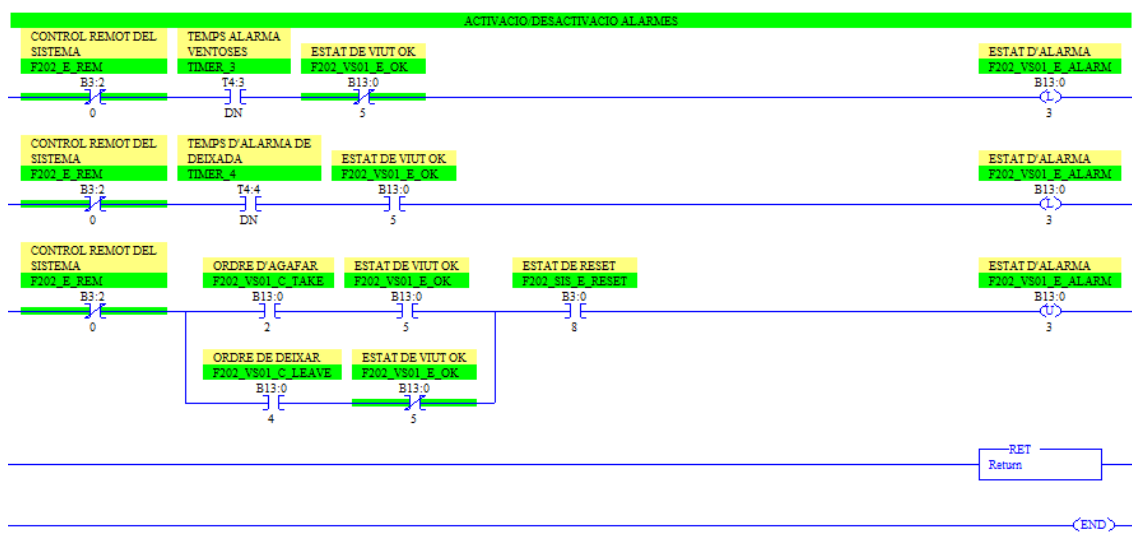




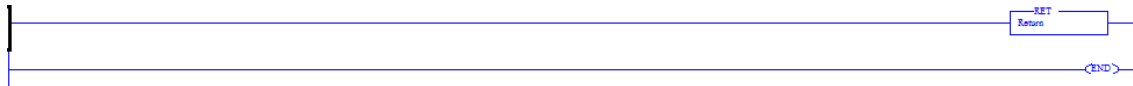
LAD 8- SC



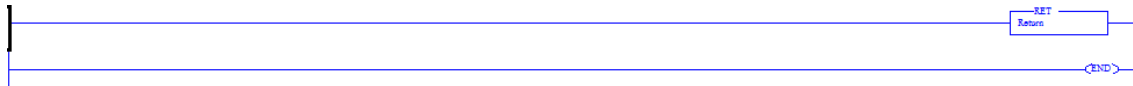
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



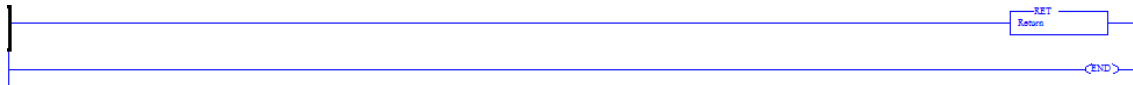
LAD 9-RA



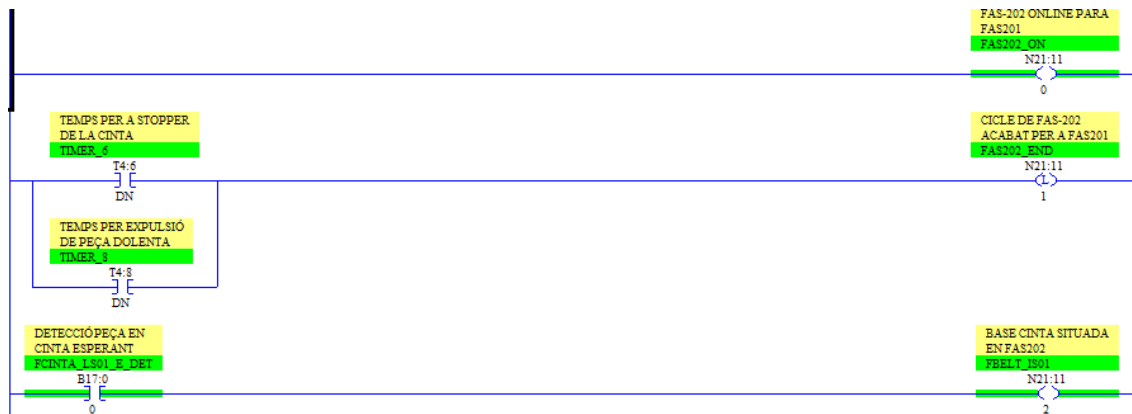
LAD 10- GRAP

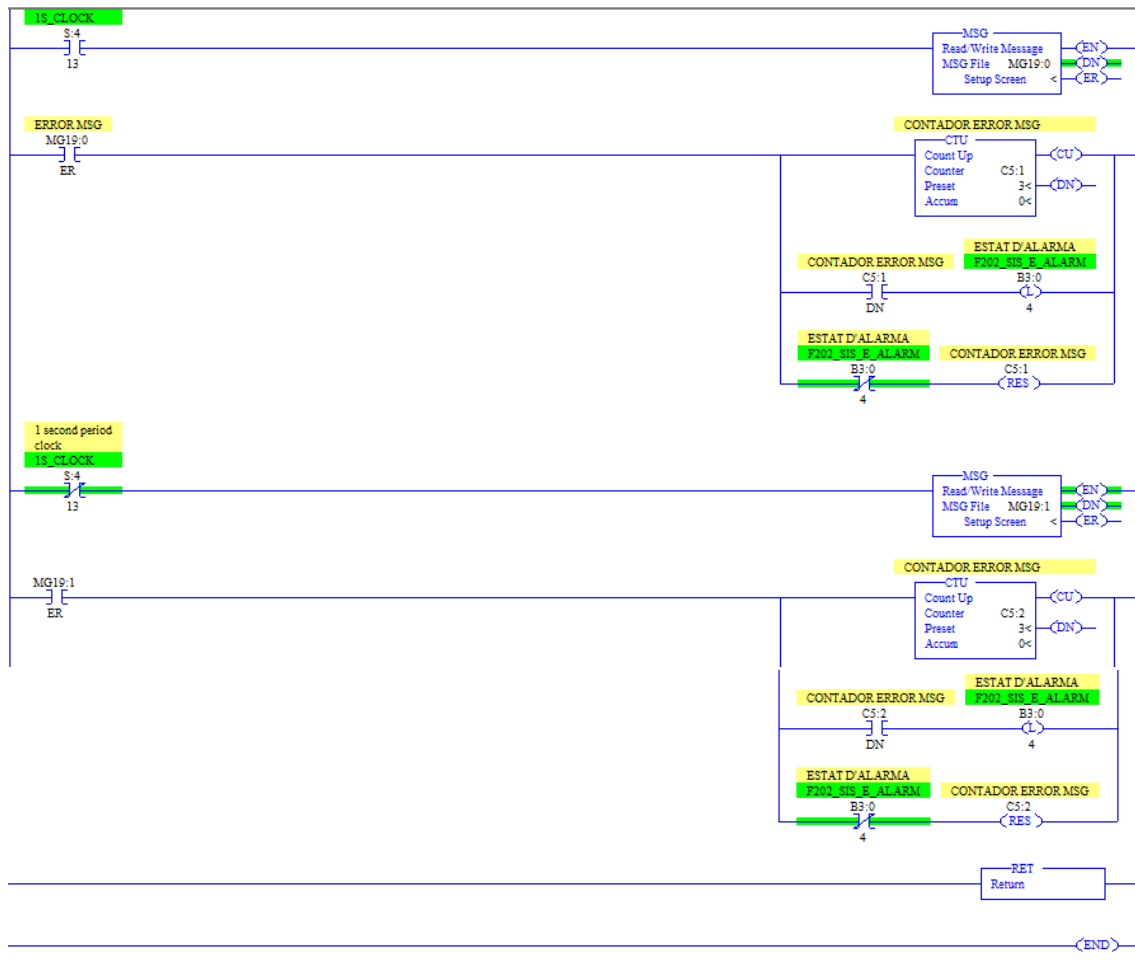


LAD 11- DET

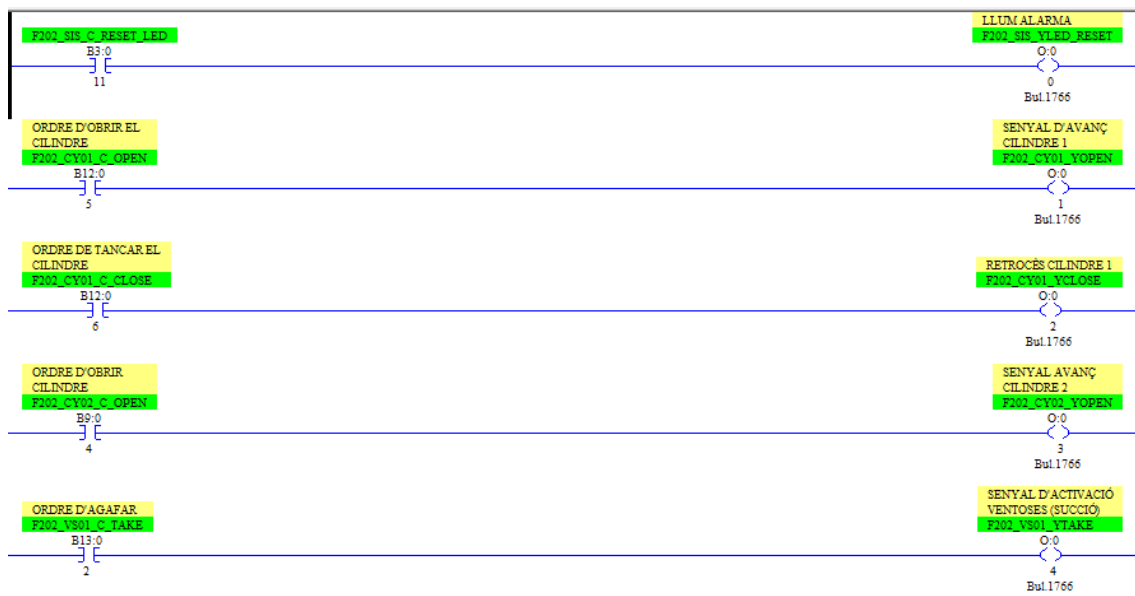


LAD 12- COMMS

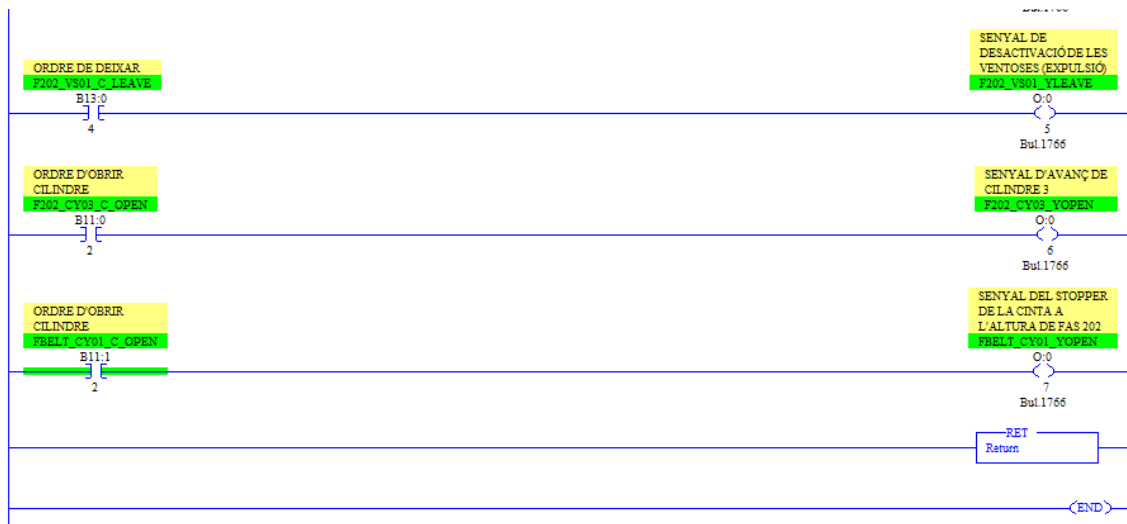




LAD 13-OUTPUTS

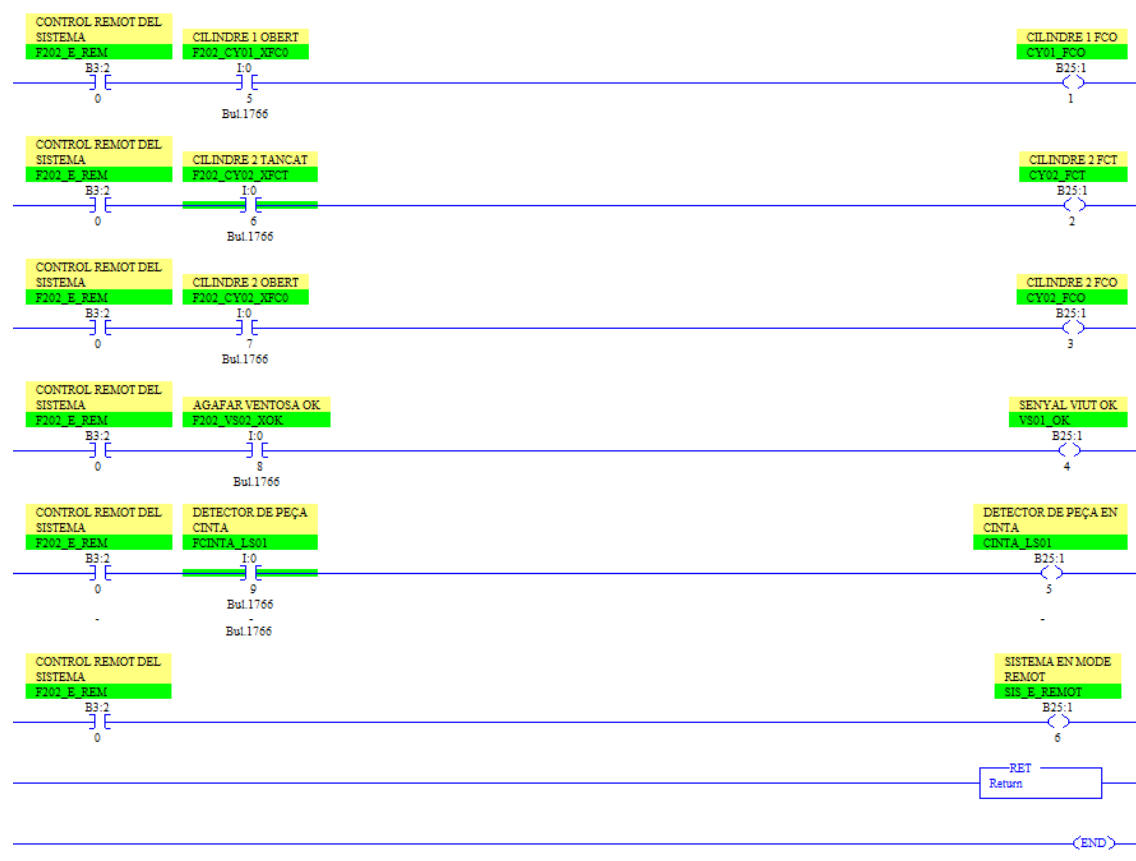


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



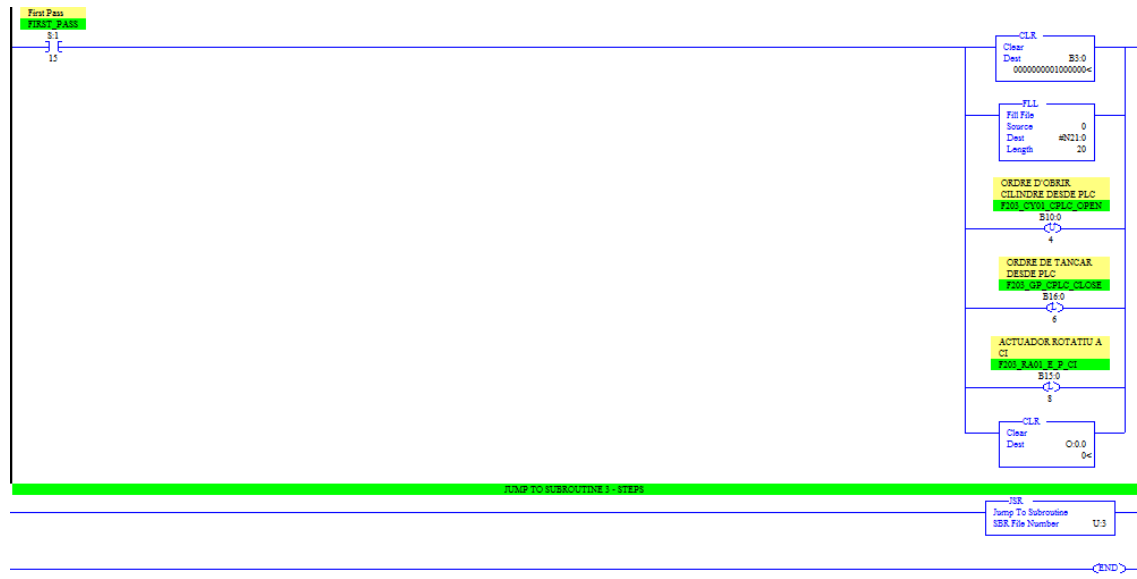
LAD 14-SCADA





Programació FAS 203

LAD 2-INITIALIZE

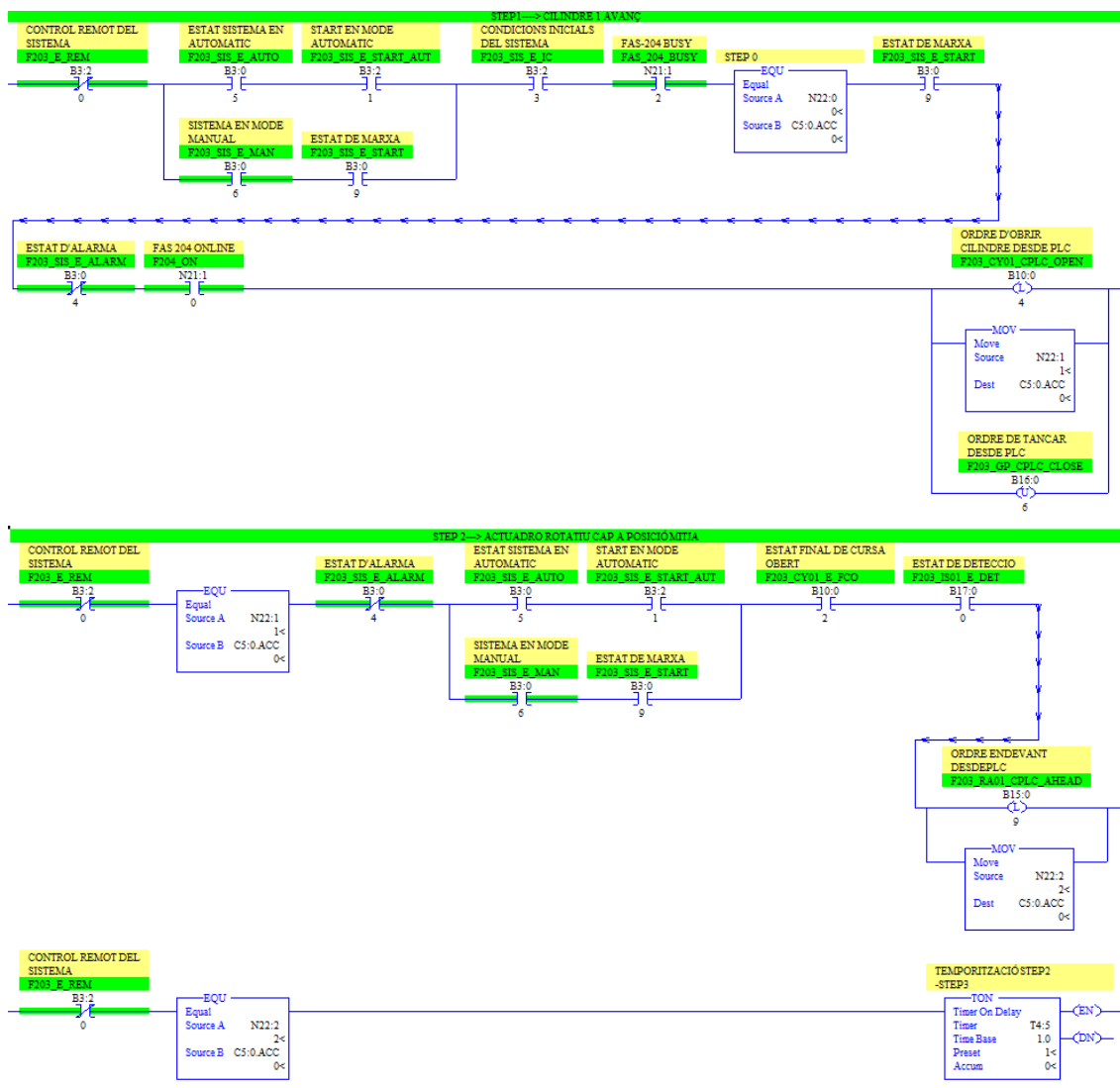


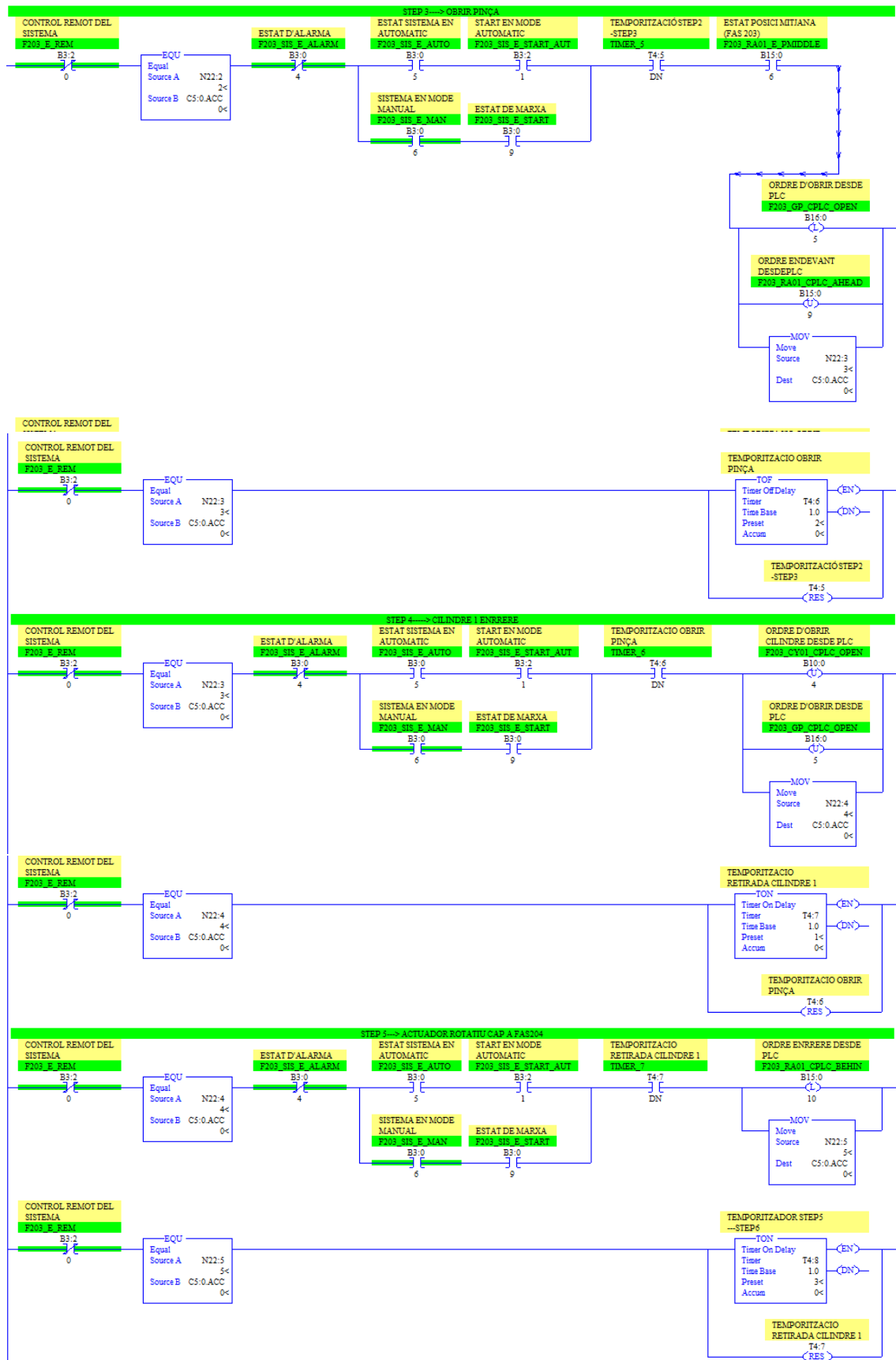
LAD 3-MAIN



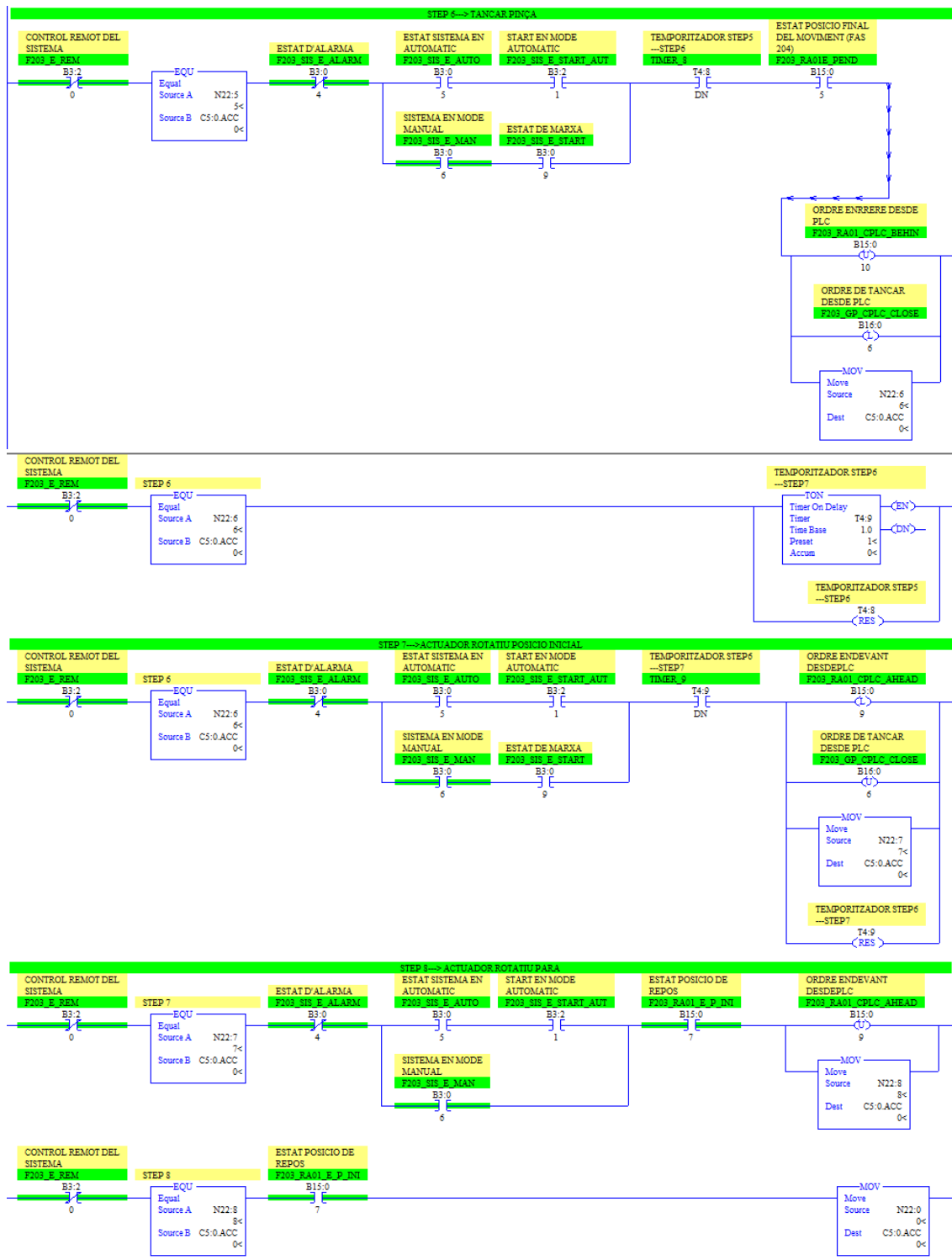
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

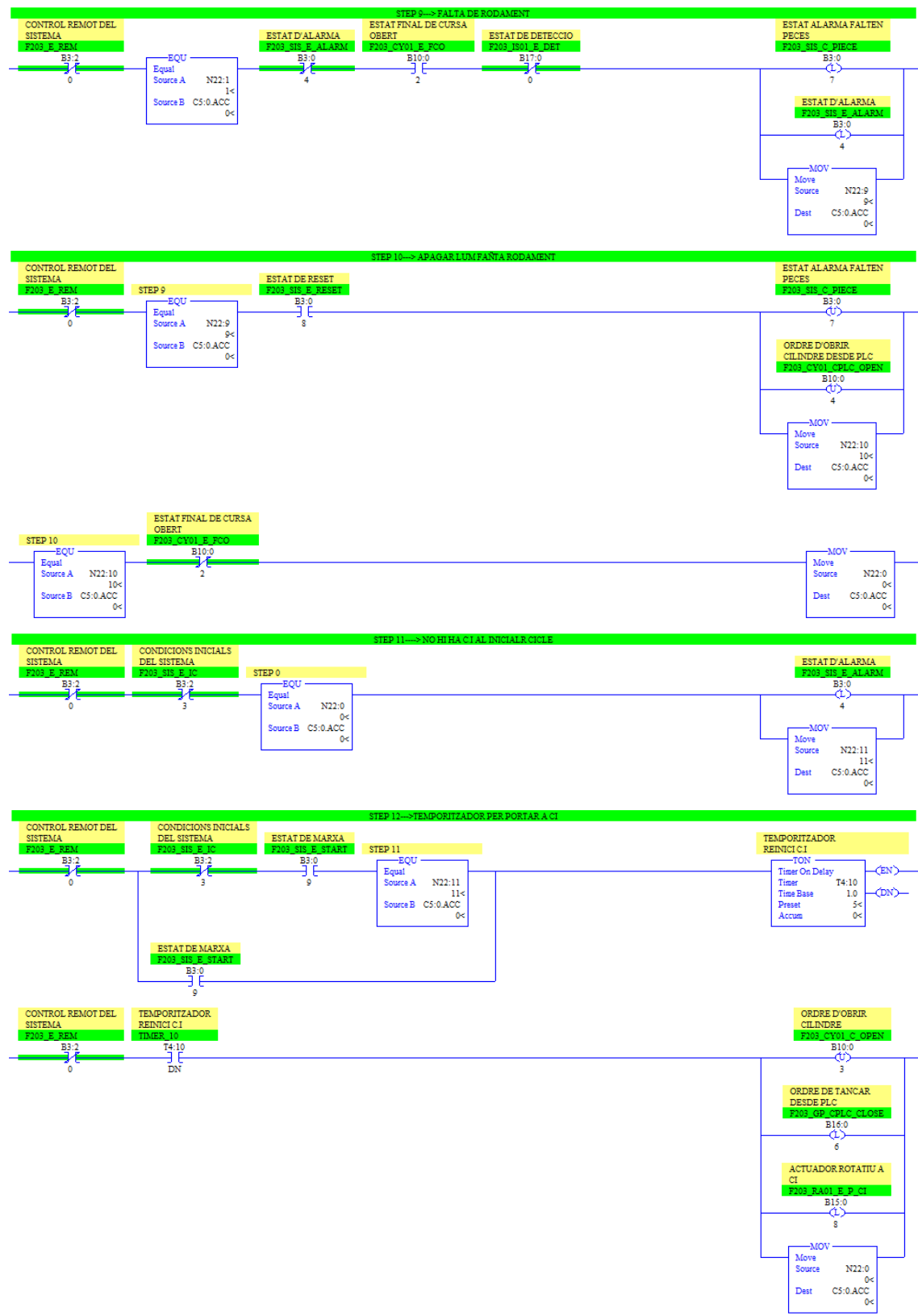
LAD 4-SFC



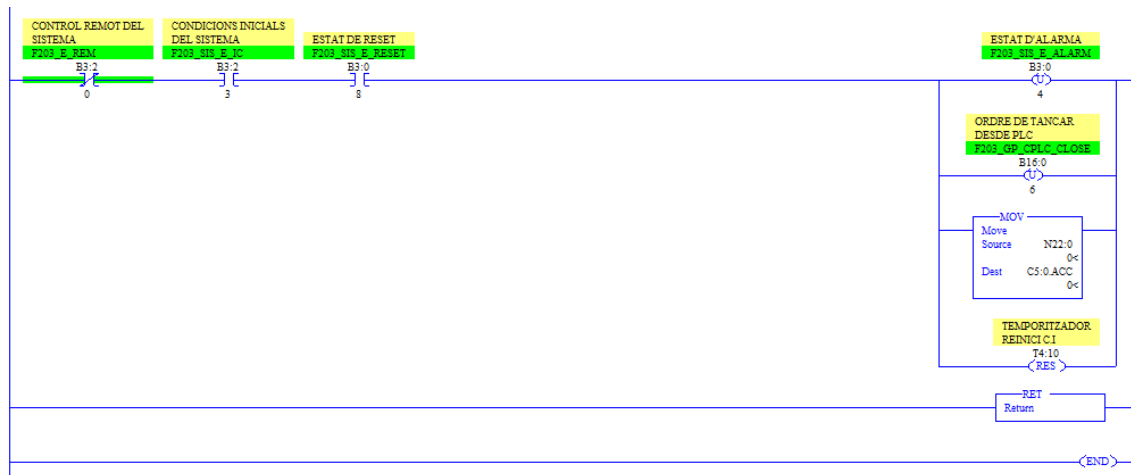


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

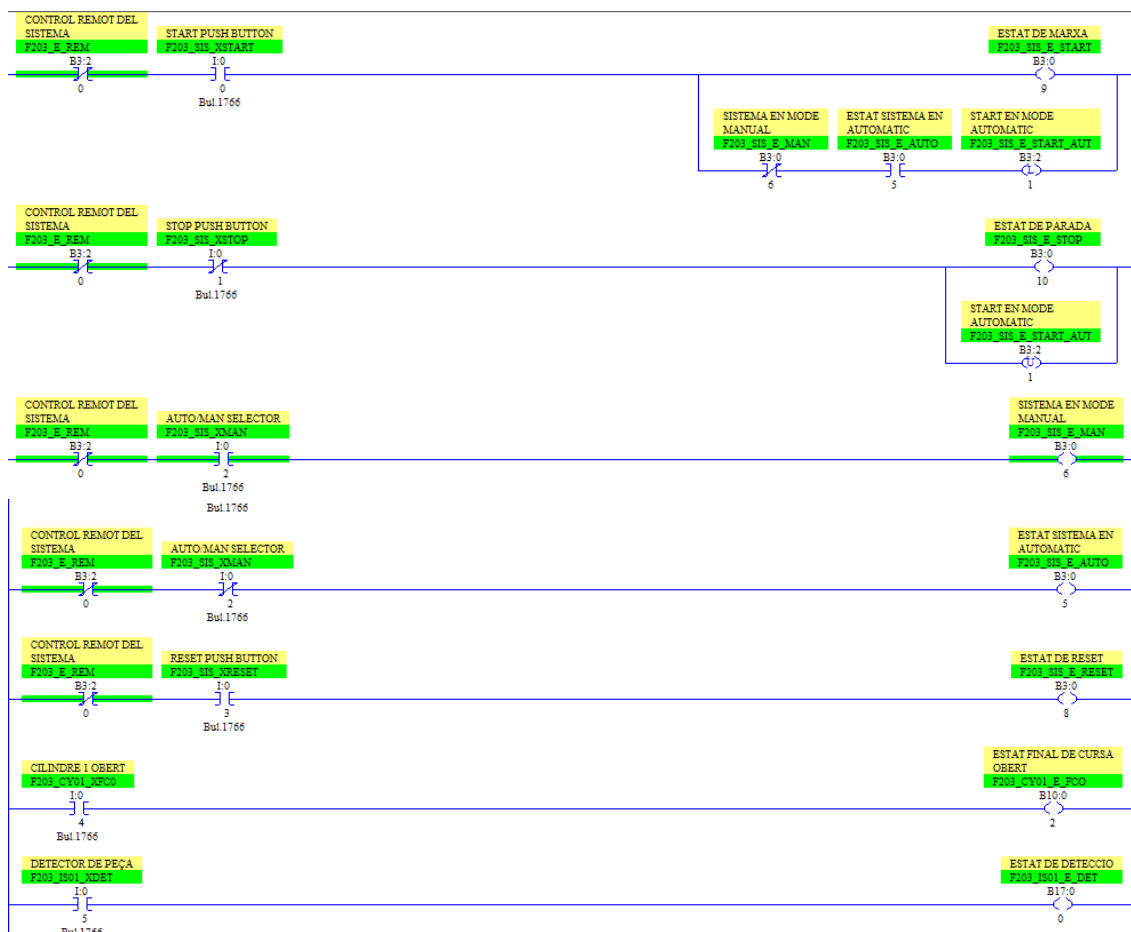


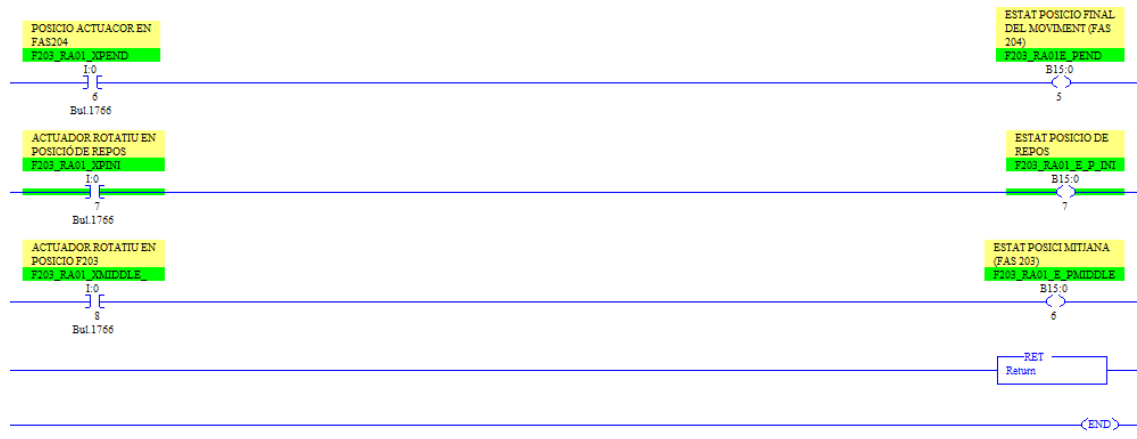


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

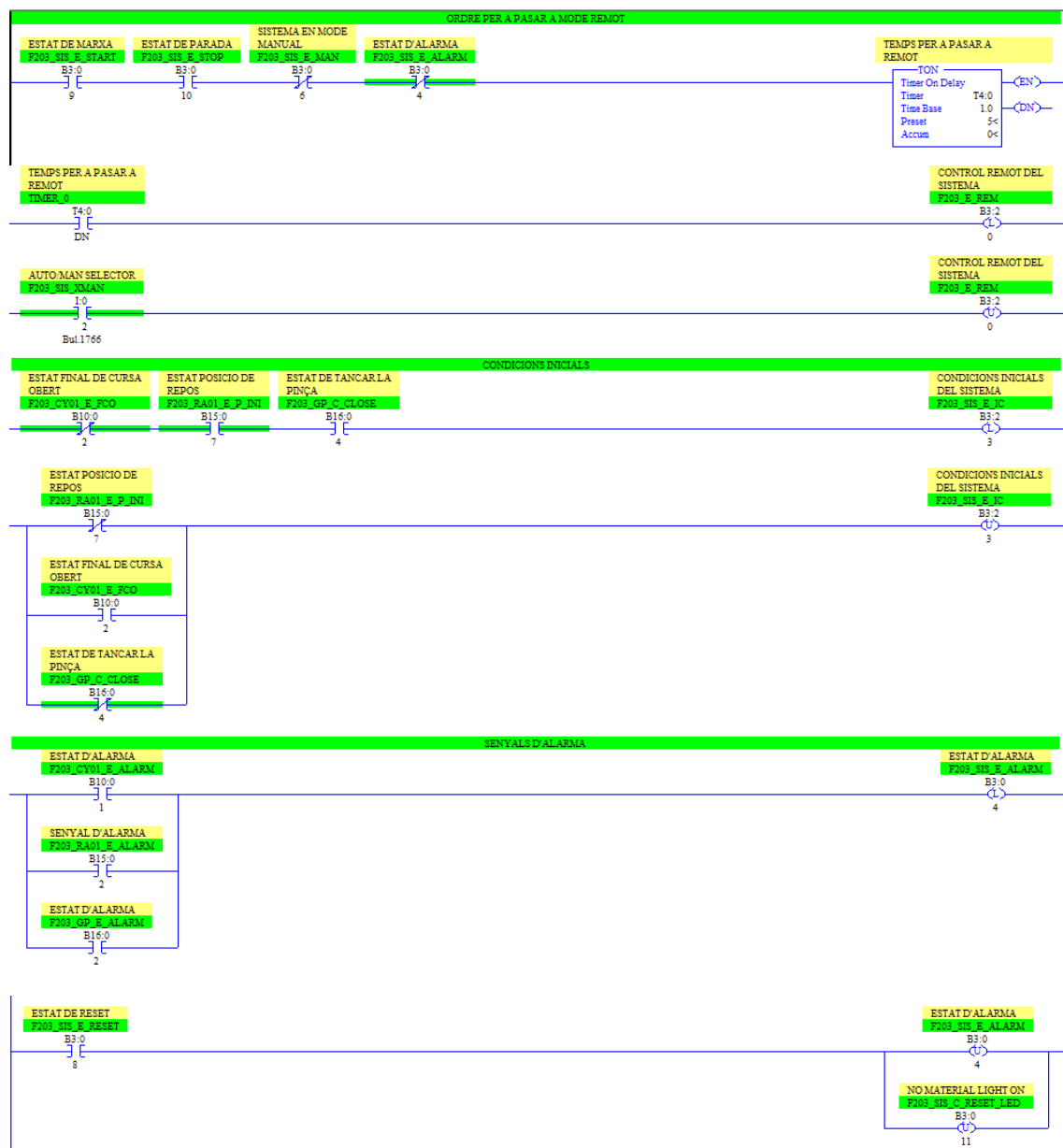


LAD 5-INPUTS

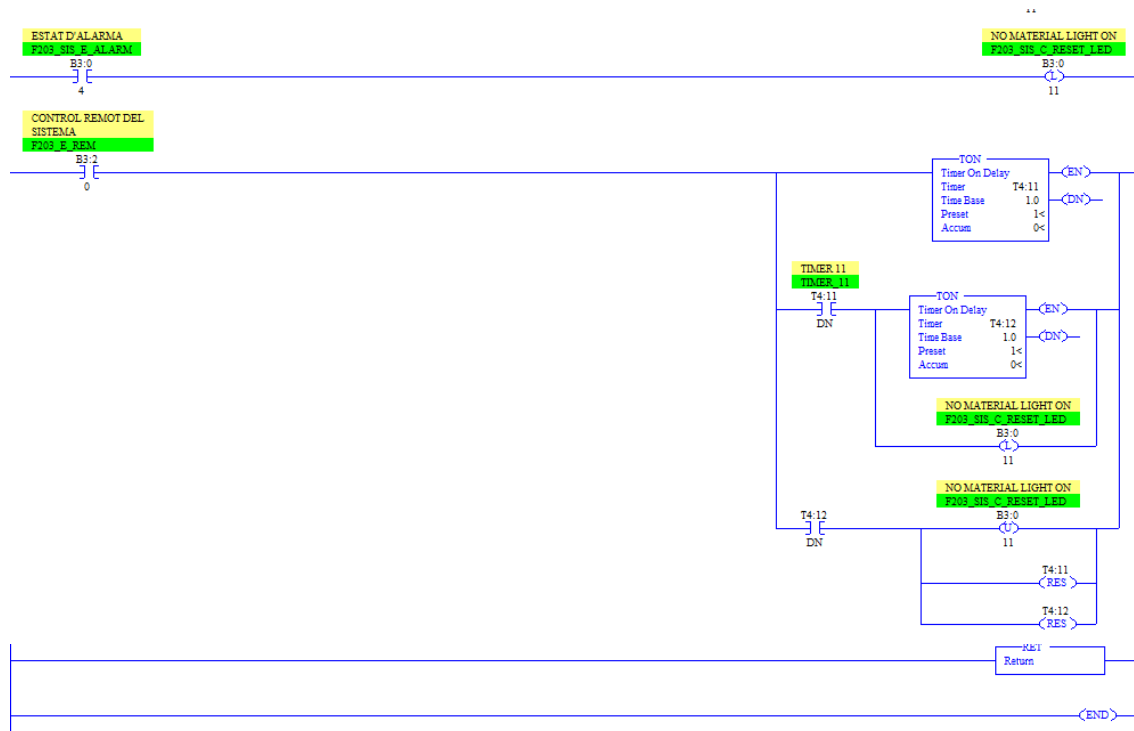




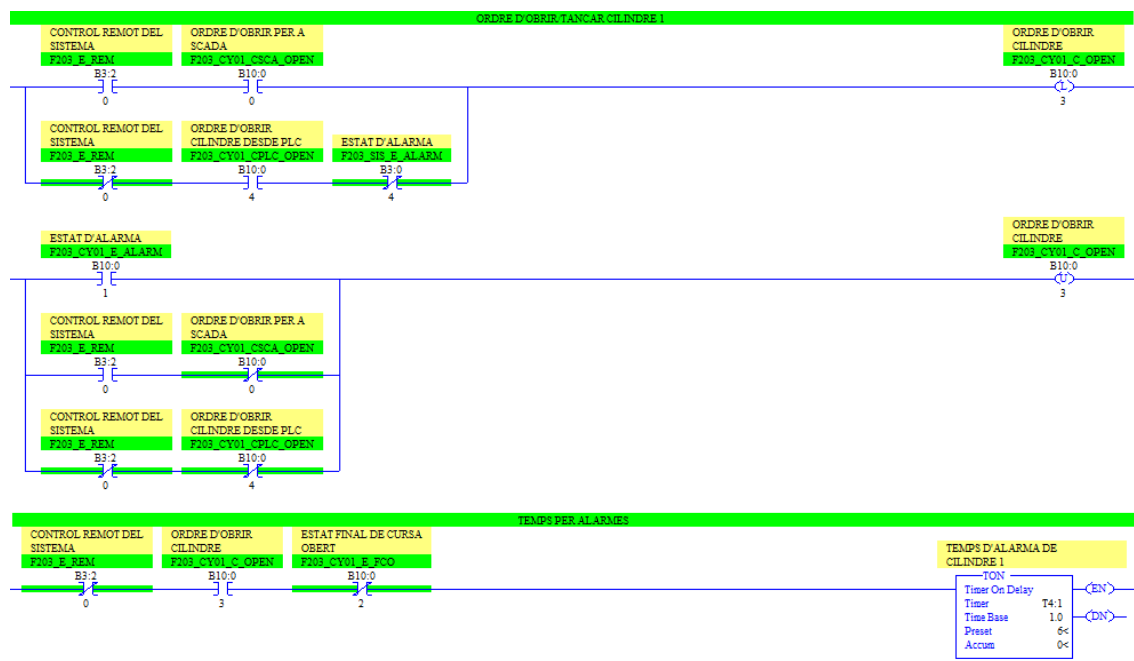
LAD 6-SYSTEM

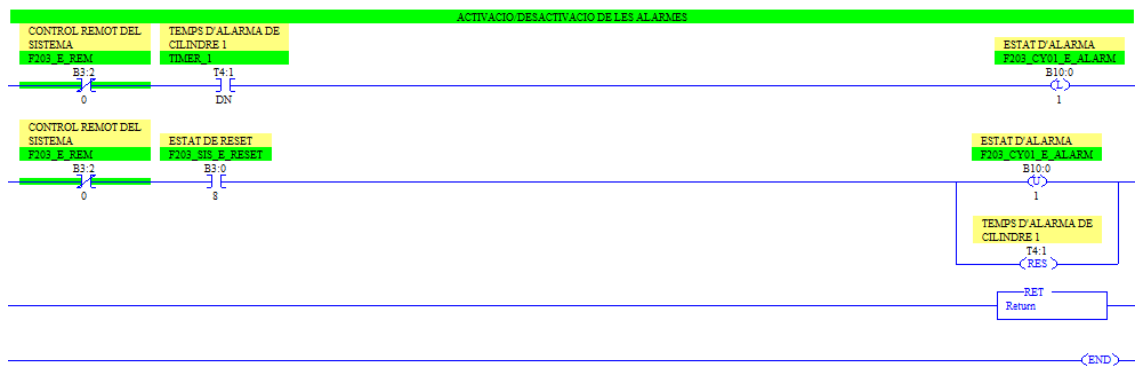


NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ

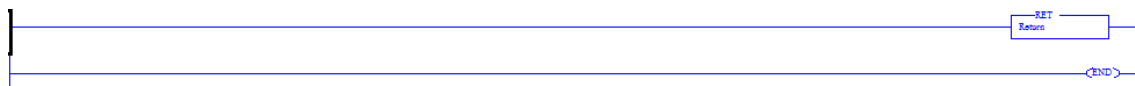


LAD 7-CYLINDERS

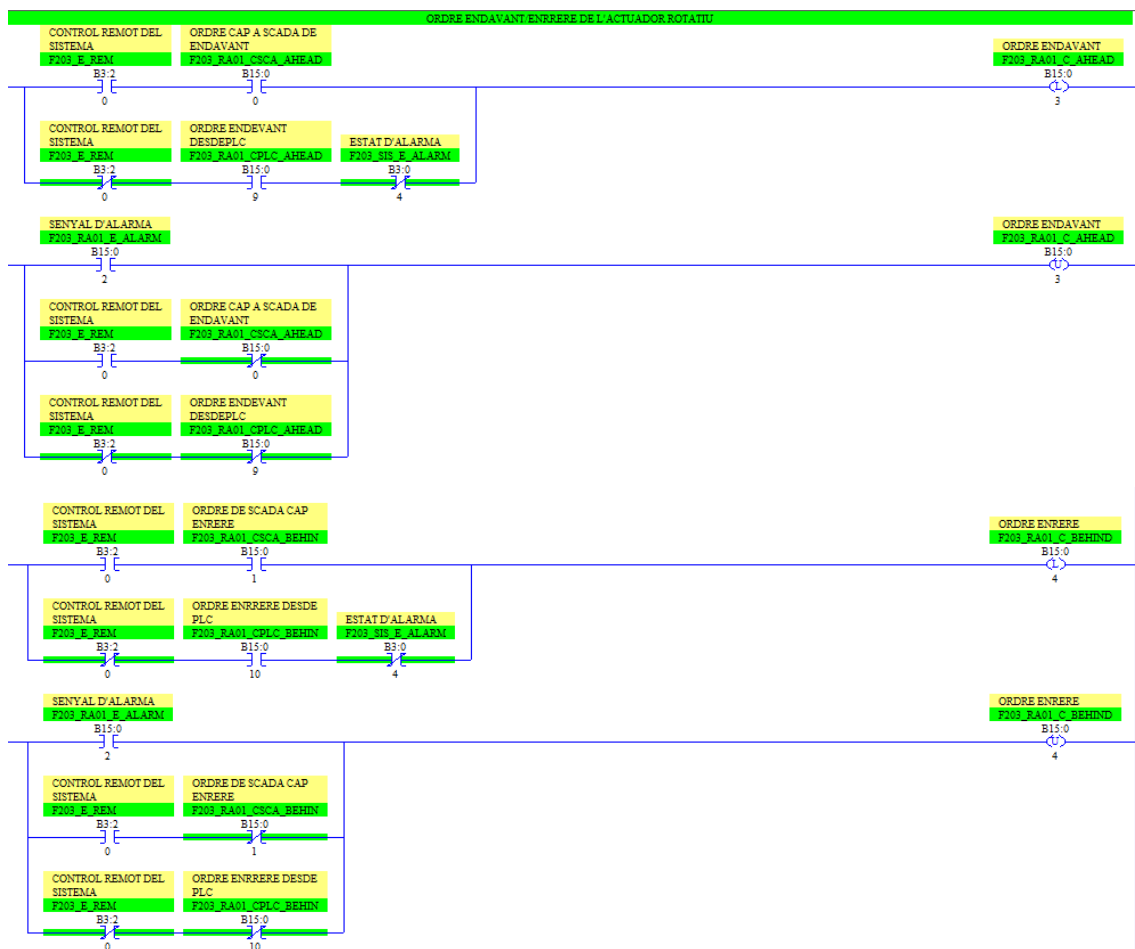




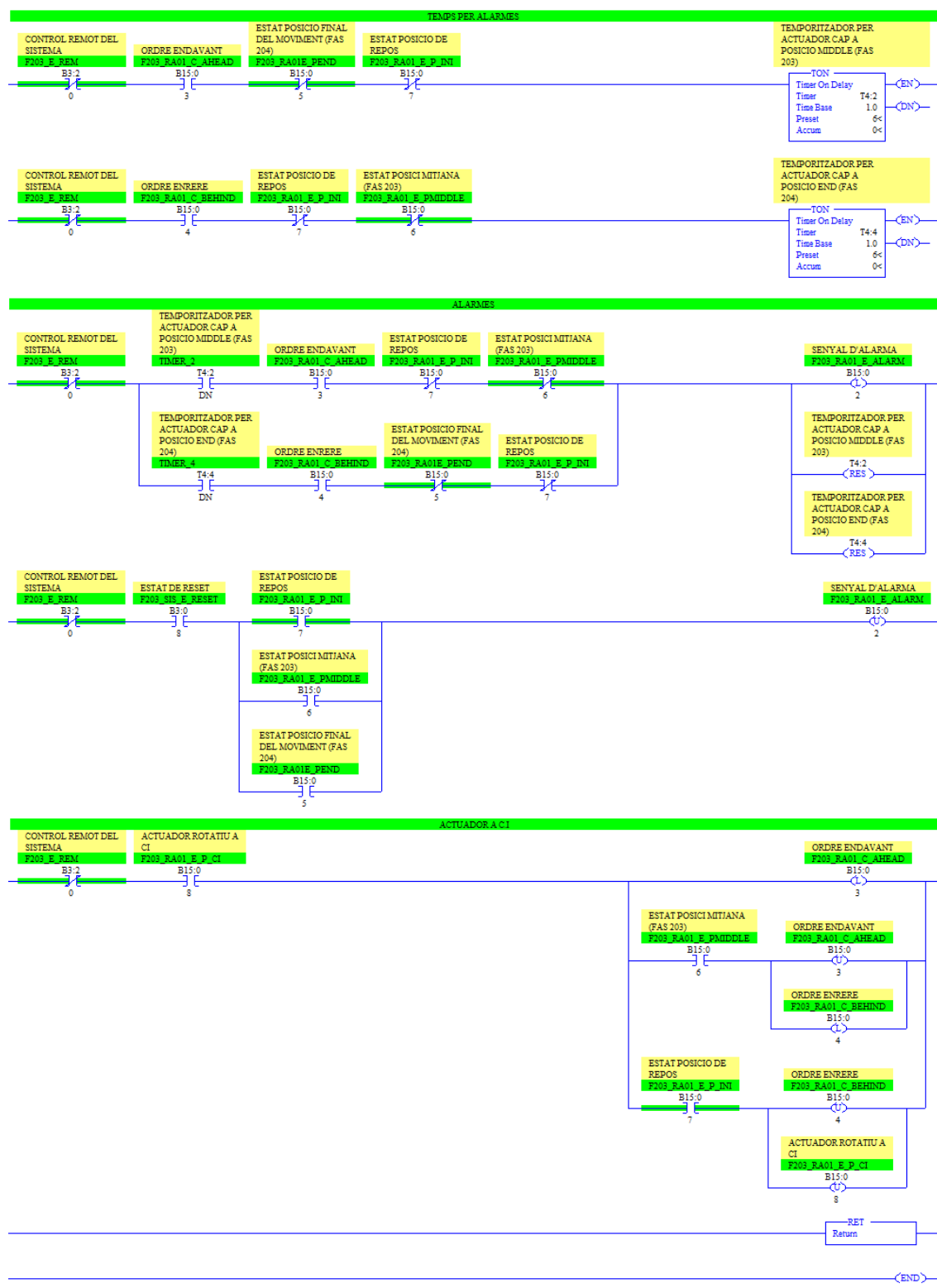
LAD 8- SC



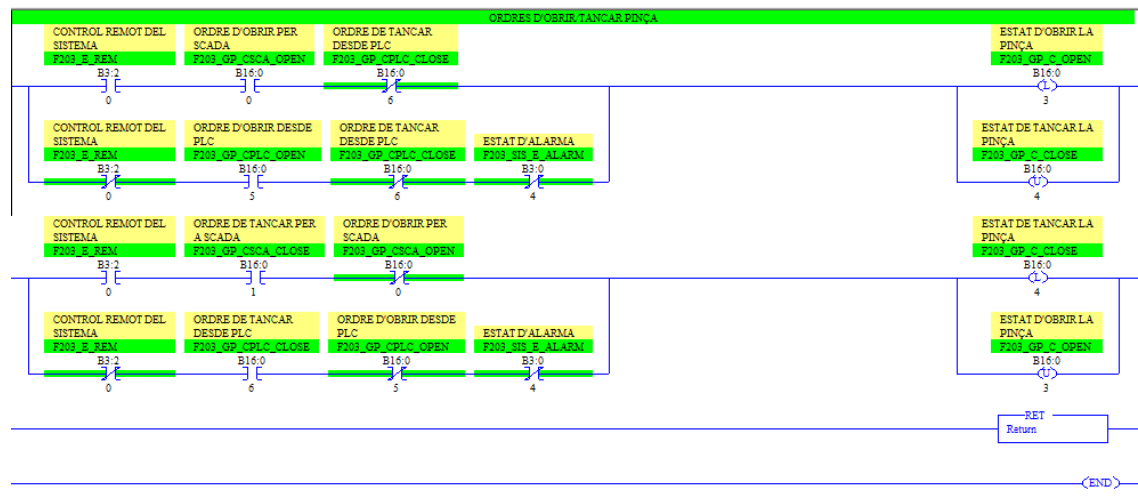
LAD 9-RA



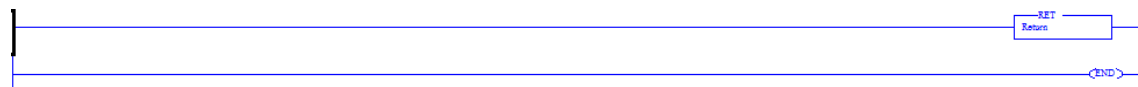
NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



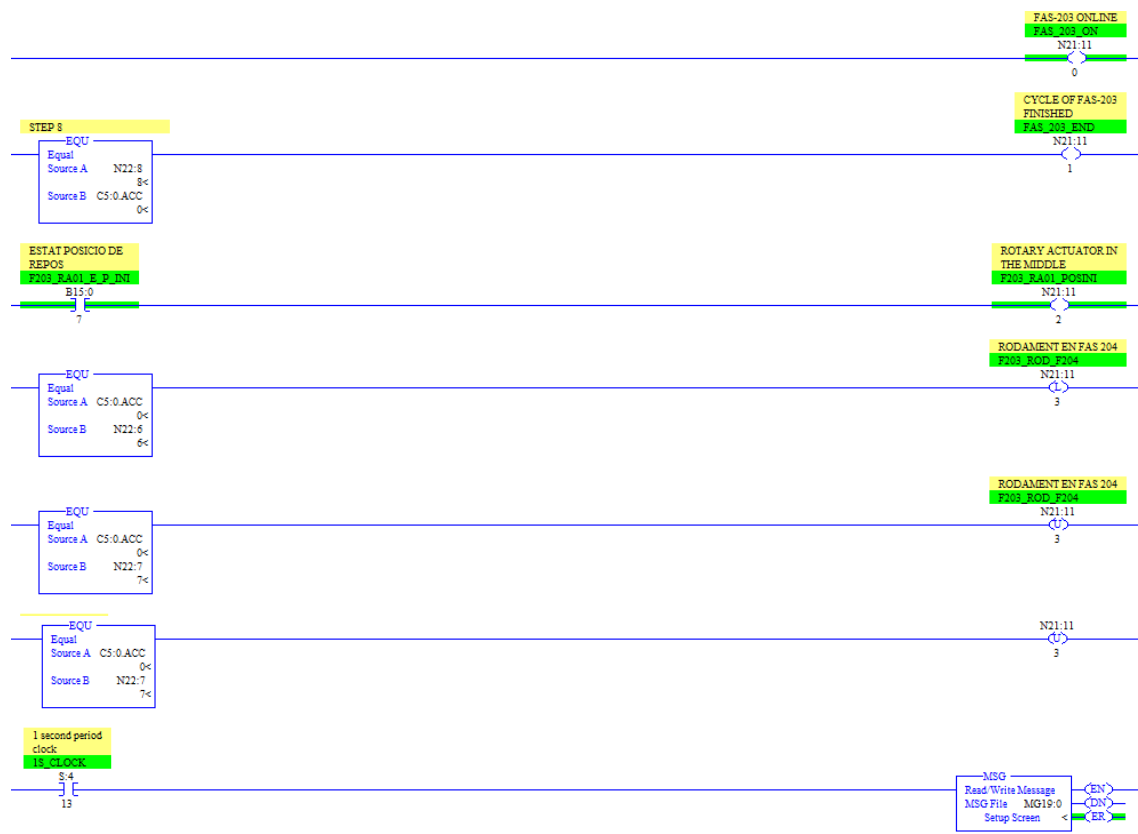
LAD 10- GRAP



LAD 11- DET



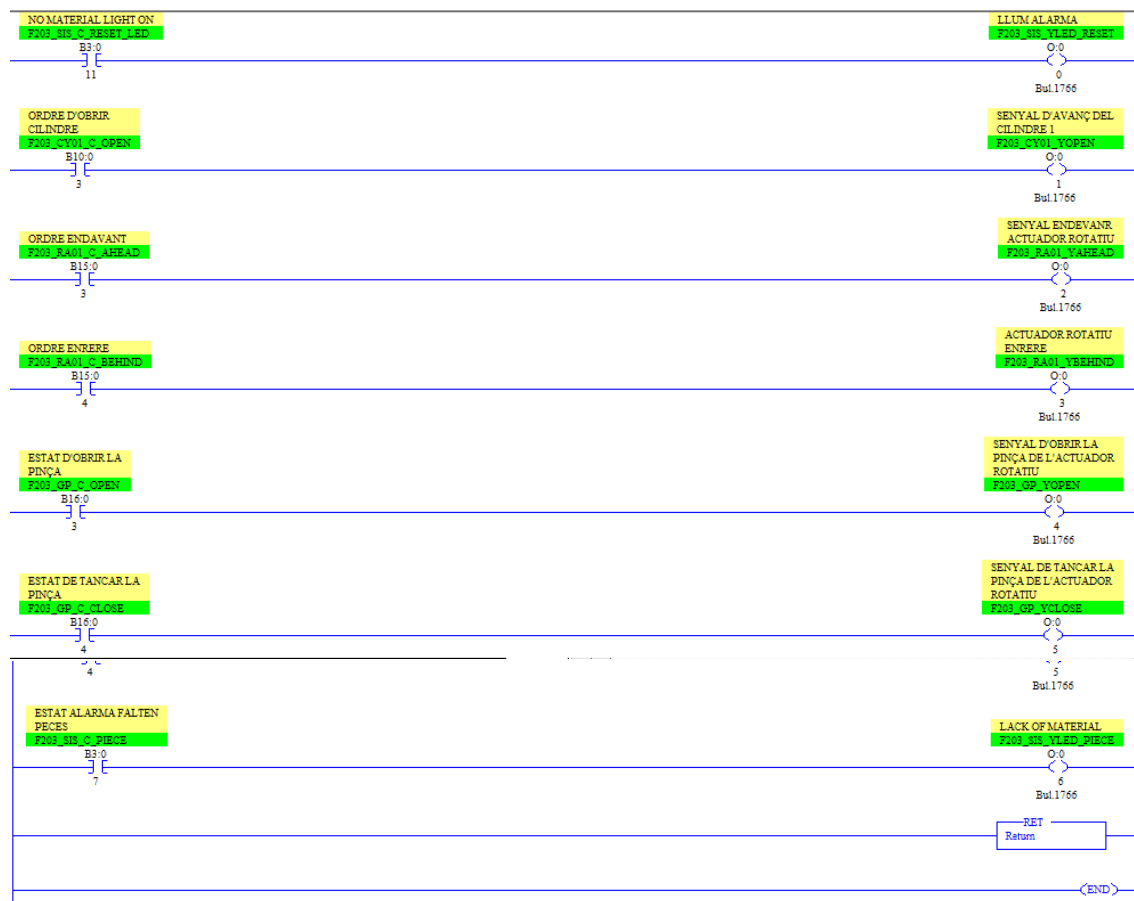
LAD 12- COMMS



NORMALITZACIÓ I ESTANDARDITZACIÓ DE LA PROGRAMACIÓ I CODIFICACIÓ DE UNA CÈL·LULA AUTOMATITZADA DE FABRICACIÓ



LAD 13-OUTPUTS



LAD 14-SCADA

